

# Vermessene Landschaften

Kulturgeschichte und technische Praxis im 19. und 20. Jahrhundert

**Edited Volume**

**Publication date:**

1999

**Permanent link:**

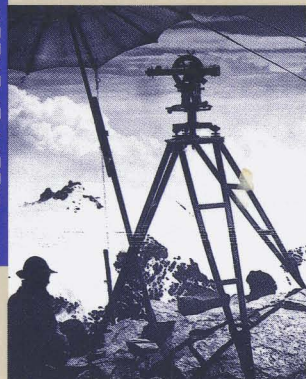
<https://doi.org/10.3929/ethz-a-002050023>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

**Originally published in:**

Interferenzen 1



Am Beispiel des Vermessungsobjekts «Landschaft» beleuchten die in diesem Band versammelten Aufsätze die Frage, wie Landschaft in der Messung objektiviert und standardisiert, d.h. produziert worden ist und unter welchen Bedingungen diese vermessene Landschaft für Planungsverfahren, Verwaltungsakte und Bauvorhaben verfügbar gemacht werden konnte. Der Tagungsband «Vermessene Landschaften» dokumentiert den gegenwärtigen Stand des Gesprächs zwischen disziplinär bedingten Aussichtspunkten und bestimmt so eine neue Diskussionslandschaft der Technik- und Wissenschaftsgeschichte.

Dieses elektronische Dokument darf nur für private Zwecke genutzt werden.  
Jede kommerzielle Verwendung ist illegal.  
Das Copyright bleibt beim Chronos-Verlag, Zürich.  
This document may be used for private purposes only.  
Any commercial use is illegal.  
Copyrights remain with Chronos-Verlag, Zurich.



David Gugerli (Hg.)

## Vermessene Landschaften

Kulturgeschichte und technische Praxis  
im 19. und 20. Jahrhundert

## Gugerli • Vermessene Landschaften

Dieses elektronische Dokument darf nur für private Zwecke genutzt werden.

Jede kommerzielle Verwendung ist illegal.

Das Copyright bleibt beim Chronos-Verlag, Zürich.

This document may be used for private purposes only.

Any commercial use is illegal.

Copyrights remain with Chronos-Verlag, Zurich.

## **INTERFERENZEN**

**Studien zur Kulturgeschichte der Technik  
herausgegeben von David Gugerli.**

**Publiziert mit Unterstützung der ETH Zürich und  
des Schnitter-Fonds für Technikgeschichte.**



**DAVID GUGERLI (HG.)**

# **VERMESSENE LANDSCHAFTEN**

**KULTURGESCHICHTE UND TECHNISCHE PRAXIS  
IM 19. UND 20. JAHRHUNDERT**

**INTERFERENZEN 1**

**CHRONOS**

Umschlag: Fritz Ritzmann

Umschlagbild: Der Geometer Hans Dübi (1881-1968) bei der Winkelmessung auf der Dufourspitze, 1915 (Wabern, Bundesamt für Landestopographie, Photothek, technische Aufnahme Nr. 385)

© 1999 Chronos Verlag, Zürich

ISBN3-905313-12-X

# INHALT

Einleitung . . . . .	7
David Gugerli . . . . .	11
Präzisionsmessungen am geodätischen Fundament der Nation. Zum historischen Anforderungsreichtum einer vermessenen Landschaft	
<b><i>Vermessene Landschaften</i></b>	
<b><i>Historische Problemlösungen aus technischer Sicht</i></b>	
Hilmar Ingensand . . . . .	39
Entwicklungsgeschichte des geodätischen Instrumentenbaus im Kontext der schweizerischen Industrialisierung	
Hans-Uli Feldmann . . . . .	51
Darstellungsformen vermessener Landschaften. Ein Überblick über die amtliche Kartographie der Schweiz im 19. Jahrhundert	
Lorenz Hurni . . . . .	65
Digitalisierung und Virtualisierung der Landschaft	
Hans-Peter Bärtschi . . . . .	79
Durchmessene Räume - durchmessene Zeiten. Die Eisenbahn als Landschaftsgestalterin	
Daniel Vischer . . . . .	89
Nationales Gewässersystem und Wasserkraftstatistik. Die hydrometrische Modellierung von Landschaft	
Thomas Glatthard . . . . .	105
Der Landmesser in der Schweizer Literatur	

**Vermessene Landschaften****Technische Problemlagen aus kulturhistorischer Sicht**

Yvonne Boerlin-Brodbeck. . . . .	113
Vermessene Landschaft?	
Zur Landschaft in Zeichnung und Malerei um 1800	
Andreas Bürgi. . . . .	125
Relief als Vorlage, Relief als Ziel.	
Vermessung und Landschaftsdarstellung in der Aufklärung	
Daniel Speich. . . . .	137
Das Grundbuch als Grund aller Pläne.	
Präzision und die Fiktion der Überschaubarkeit im Entstehungsprozess eines modernen Rechtsstaats	
Werner Oeder. . . . .	149
Zwischen Manier und Manie.	
Militärische Dispositionen des Reliefeffekts	
Madlena Cavelti Hammer. . . . .	165
Messbare Sinnlichkeit.	
Die Schweizer Reliefkarten des 19. Jahrhunderts	
Anja Eichelberg. . . . .	181
Alpensymbolik und Alpenforschung im jungen Bundesstaat von 1848	
Michael Jakob. . . . .	195
Zeichen vermessener Landschaft: Petrarca und du Bouchet	
Autorinnen und Autoren. . . . .	203

## EINLEITUNG

Messverfahren und Messinstrumente sind zentrale Voraussetzungen wissenschaftlicher und technischer Praxis - beide nehmen deshalb (zu recht) einen prominenten Platz in der Wissenschafts- und Technikgeschichte ein. Diese begnügt sich jedoch oft genug damit, die Verfahren und Instrumente auf ein Siegerpodest zu stellen oder sie als verehrungswürdige Reliquien in eine keimfreie Vitrine einzuschliessen, damit nur ja niemand auf die Idee kommen könnte, sie weiterhin in jenen gesellschaftlichen Kontexten zu denken, in denen sie einst ihre Wirkung entfaltet haben. Dies hat zur unmittelbaren Konsequenz, dass sowohl die Praxis als auch die Gegenstände des Messens aus dem Blickfeld historischer Aufmerksamkeit fallen, obwohl instrumentengeleitete Messpraxis in erster Linie zum Ziel hat, vermessene Gegenstände verfügbar zu machen und herzustellen.

Am Beispiel des Vermessungsobjekts «Landschaft» beleuchten die hier versammelten Aufsätze die Frage, wie Landschaft in der Messung objektiviert und standardisiert, d.h. produziert worden ist, und unter welchen Bedingungen diese vermessene Landschaft in anschliessenden Planungsverfahren, Verwaltungsakten und Bauvorhaben verfügbar gemacht werden konnte. Die Absicht des Bandes besteht darin, Voraussetzungen, Funktionsweisen und Konsequenzen von Landschaftsvermessungen im kultur- und technikhistorischen Kontext zu diskutieren.

Im Oktober 1998 hat dazu an der ETH Zürich ein Kolloquium stattgefunden, welches die Treibhausatmosphäre des Meridiansaals der Semper-Sternwarte produktiv genutzt hat. Einige der damals vorgetragenen Positionen sind im vorliegenden Band vertreten, andere sind aus verschiedenen Gründen - auch weil sie in den Diskussionen allzu stark ins Wanken gerieten - nicht zur Publikation gelangt. Die Auswahl der Beiträge dokumentiert in dieser Hinsicht die Grenzen einer Verständigung zwischen den zwei Kulturen. Der Band repräsentiert aber auch einen Gesprächsstand, der - in noch zu differenzierender Form - durchaus zukunftsfruchtig sein kann. Unter dem experimentell erhöhten Druck eines fachübergreifenden Gesprächs werden offenbar manche, bisher wenig reflektierte Annahmen unhaltbar oder unergiebig. Der Tagungsband «Vermessene Landschaften» bestimmt gerade durch seinen Dokumentationsanspruch zum gegenwärtigen Stand des Gesprächs zwischen den disziplinar bedingten Aussichtspunkten eine neue Diskussionslandschaft der Technik- und Wissenschaftsgeschichte, welche sich notwendigerweise als interdisziplinäres Unternehmen zu verstehen hat.



Weder bei der Planung des Kolloquiums noch bei der Redaktion des Tagungsbandes wurde versucht, dem Thema der «vermessenen Landschaften» eine umfassende konzeptionelle Basis zu unterlegen, von der aus eine Liste der relevanten Aspekte formuliert werden kann. Denn schon durch eine solche, notwendigerweise einseitige Bestimmung des Terrains wäre der Erkundungscharakter des Projekts bedroht gewesen. Differenzen vorzustellen ist ein wesentliches Ziel, denn es soll nicht vorschnell der Eindruck erweckt werden, mit dem Aufeinandertreffen unterschiedlicher Positionen und Ansätze Hessen sich diese bereits überwinden und synthetisieren.

Die konzeptionelle Offenheit der Tagung im Collegium Helveticum spiegelt sich in der folgenden Auswahl an Beiträgen insofern, als wichtige Themen fehlen (zu denken ist etwa an umweltgeschichtliche Fragestellungen) und andere wiederholt aufgegriffen werden. So spielt die als «Schweizer Manier» bekannte Darstellungsform vermessener Landschaft in den Beiträgen von Hans-Uli Feldmann, Madlena Cavelti Hammer und Werner Oeder eine zentrale Rolle. Und sowohl Thomas Glatthard als auch Michael Jakob beschäftigen sich mit literarischen Lesarten des Messens. Was jedoch nach Überschneidung und Redundanz klingt, bietet in vielen Fällen lediglich Berührungspunkte. Hinter der Vielfalt des Themas scheint damit in aller Deutlichkeit auch die vorhandene Vielfalt der Zugangsweisen zu historischem Material auf. Denn selbst dort, wo die gleichen Objekte oder die gleichen Personen verhandelt werden, scheiden sich Erkenntnisinteresse, methodischer Zugang und Ergebnis.

Ich habe mich deshalb dazu entschlossen, die Beiträge in zwei Teile zu gliedern. Der erste stellt historische Problemlösungen aus technischer Sicht vor, während sich der zweite technischen Problemlagen aus kulturhistorischer Sicht widmet. Diese Differenz entspricht durchaus einem disziplinar bedingten Problemverständnis. Während die Beiträge des ersten Teils ihre Aufmerksamkeit auf technisch erfolgreiche Formen der Landschaftserfassung und Landschaftsgestaltung der Vergangenheit richten, untersucht die zweite Gruppe von Beiträgen gesellschaftshistorische Schwierigkeiten von Landschaftsverständnis und Landschaftsgebrauch.

Trotz dieser Zweiteilung kann die Lektüre des Bandes je nach Bedarf einem stärker integrierenden Faden folgen. In ihren Überlegungen «zur Landschaft in Zeichnung und Malerei um 1800» formuliert Yvonne Boerlin-Brodbeck einen historischen Bruch, an welchem sich Landschaftsmalerei und Vermessung auseinander zu dividieren beginnen. Damit ist ein Anfangspunkt für die moderne ingenieurtechnische Erfassung von Landschaft gesetzt, der sich - wie alle Anfänge - aus einem Geflecht von Vorläufern herauschält. Auch Andreas Bürgi lässt diesen Epochenbruch in seiner Gegenüberstellung des

«Reliefs der Urschweiz» von Pfyffer und des «Alpenreliefs» von Meyer deutlich hervortreten. Zwischen dieser Zeit des Aufbruchs in die Moderne und der Gegenwart sind die Untersuchungsgegenstände der Beiträge angesiedelt. Dabei wird den Versuchen des 19. und frühen 20. Jahrhunderts, die Unwägbarkeiten der Landschaft in berechenbare und verwaltbare Formen zu bringen, besondere Bedeutung beigemessen (Daniel Speich, Daniel Vischer und Hans-Peter Bärtschi). In diesem Sinn beschreibt auch Hilmar Ingensand die Geschichte des geodätischen Instrumentenbaus als integralen Aspekt der schweizerischen Industrialisierung. Die Gegenwart schliesslich, in welcher die Überlagerung virtueller und realer Bilder zum kulturhistorischen Leitmotiv zu werden scheint, findet in Lorenz Hurnis Darstellung der kartographischen Computerrevolution ihren Niederschlag - und verweist über sich hinaus in die Zukunft. Erst diese wird zeigen, was die digitale Modellierung der Schweizer Landschaft den einstmals stark identitätsstiftenden Alpenbildern (Anja Eichelberg) entgegensetzen hat. Mein einleitender Aufsatz zu den «Präzisionsmessungen am geodätischen Fundament der Nation» versteht sich als Vorschlag, vermessene Landschaften aus der Perspektive einer ingenieurtechnisch informierten Gesellschafts- und Kulturgeschichte zu betrachten.

Die Auseinandersetzung zwischen den zwei Wissenskulturen wird oft auch als Gegenüberstellung von zukunftsorientiertem Handlungswissen und vergangenheitsbezogenem Orientierungswissen beschrieben. Technisches «Know-How» wird kulturellem «Know-Why» radikal entgegengesetzt. Wenn sich jedoch, wie die Historiker von den Geodäten mit Staunen erfahren haben, selbst die Schweiz im Laufe der Jahrzehnte etwas nach Osten verschieben kann, dann ist die Hoffnung nicht ganz unbegründet, dass unsere Bemühungen um ein besseres Verständnis zwischen den Disziplinen eines Tages, wenn auch nur gemessenen Schrittes, an ein Ziel gelangen werden. Den Aufbruch zu dieser Reise zu beschliessen ist eines, die Reise auch anzutreten, ein anderes. Für die Unterstützung bei den Reisevorbereitungen habe ich vielen zu danken: Den Autorinnen und Autoren der nachfolgenden Beiträge sowie den Teilnehmern und Teilnehmerinnen des Kolloquiums an erster Stelle. Daniel Vischer, Hilmar Ingensand, Thomas Glatthard und Martin Rickenbacher danke ich für zahlreiche Hinweise und kritische Anregungen.

Der Gerold und Niklaus Schnitter Fonds für Technikgeschichte, der Stab Forschung und Wirtschaftsbeziehungen der ETH Zürich, der Schweizerische Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVKK) sowie die Schweizerische Gesellschaft für Technikgeschichte und Industriekultur (SGTI) haben das Kolloquium oder die Publikation der Beiträge unterstützt. Jeder Dialog der Wissenschaften braucht aber auch einen Ort, einen Raum und eine Zeit. Helga Nowotny und dem Collegium Helveticum möchte ich deshalb ganz beson-

ders für die Gastfreundschaft am Collegium Helveticum danken. Grosser Dank gebührt schliesslich der unermüdlichen Hilfe und hartnäckig konstruktiven Kritik von Daniel Speich und Monika Burri bei der redaktionellen Bearbeitung der «Vermessenen Landschaften».

Zürich, im Februar 1999

*David Gugerli*

# PRÄZISIONSMESSUNGEN AM GEODÄTISCHEN FUNDAMENT DER NATION

## ZUM GESELLSCHAFTLICHEN ANFORDERUNGSREICHTUM EINER VERMESSENEN LANDSCHAFT

DAVID GUGERLI

Als die «Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz» 1840 im Druck erschienen, schlossen sie das dritte Kapitel mit einer bedeutungsvollen Zahl: «Die auf 13<sup>0</sup> R. und auf die Meeresfläche reducirte, auf die Berechnung des Dreiecksnetzes angewandte Länge der Grundlinie ist 13 '053,74 Meter.»<sup>2</sup>

Die daran anschliessende typographische Linie muss für Johannes Eschmann, den Autor der Ergebnisse, mehr gewesen sein als ein drucktechnisch erzeugtes, rein dekoratives Element: Sie setzte einen definitiven Schlussstrich und machte klar, dass hier nichts zu ergänzen, nichts zu bezweifeln und vor allem nichts zu verändern war. Die Zahl bestimmte mit präzedenzloser Genauigkeit und Autorität die Distanz zwischen zwei Eisenspitzen im Berner Seeland, welche je den Mittelpunkt eines Versicherungssteines der Landesvermessung markierten. Der nördliche dieser beiden Steine befand sich, so Eschmann, «eine kleine Viertelstunde von dem Dorfe Walperswyl, hart an der Strasse nach Aarberg», während der südliche «am Ufer des Murtensees in der ungefähren Richtung auf den Kirchthurm von Avenche» zu finden war. Dazwischen lag sehr wenig. Zunächst vor allem «eine von Häusern und Bäumen entblösste Ebene», die bei hohem Wasserstand des Neuenburger- und des Murtensees stets überschwemmt wurde und deshalb nur als Viehweide genutzt werden konnte; ferner lagen zwischen den Versicherungssteinen auch der Damm der Strasse von Aarberg nach Sisselen, einige wenige sumpfige Stellen, zahlreiche Abzuggräben und eben die nun endgültig festgehaltene Distanz von 13'053,74 Metern.

Oder «40'185,208 Pariser Fuss», wie der Bericht nur wenige Zeilen vor dem Kapitelende in deutlich kleineren Lettern festhielt - ein Zwischenresultat, das als Umrechnungshilfe diente und eine Brücke schlug zu jener geodätischen Vergangenheit, die sich noch an königlichen Massen orientiert hatte und nun endgültig überwunden sein sollte.<sup>3</sup>

Grosse Bedeutung kann die Zahl allerdings kaum allein dadurch erhalten haben, dass sie auf die demonstrative Verwendung des französischen und

revolutionären Masses aller Dinge setzte, dessen Natürlichkeit von seinen Anwälten stets hervorgehoben worden ist.<sup>4</sup> Bedeutungsvoll war die Zahl vor allem ihrer Geschichte wegen. Dazu gehörten ihre hochkomplexen experimentellen Entstehungsbedingungen, ihre instrumentellen Voraussetzungen, ihre Verbindlichkeit und ihre Legitimation. Bedeutungsvoll war sie schliesslich auch im Vergleich zu erfolglosen Vorgängerinnen sowie im Hinblick auf ihre politische und landschaftsverändernde Wirkung.

Wie aber kann eine vermessungstechnische Zahl, welche lediglich die Distanz zwischen zwei Eisenspitzen definierte, überhaupt solche Autorität erworben haben? Welche Rolle konnte eine Grundlinie spielen, die mitten in der unbeschriebenen, vom Hochwasser und vom geodätischen Diskurs zur *tabula rasa* gemachten, also von Zivilisation, Kultur und damit von Erinnerung weitgehend «entblössten» Ebene des Berner Seelandes gelegen hat?'

Die Antwort auf diese Fragen kann nur dann gefunden werden, wenn kultur- und technikgeschichtliche Kontexte so miteinander verbunden werden, dass sich daraus neue Perspektiven auf beide ergeben. Denn die Entstehungsbedingungen bereits dieser einen Zahl sind zu technisch, um bloss sozial und politisch oder kulturell erklärt werden zu können, und sie sind zu gesellschaftlich, um rein (mess-)technisch verstehbar zu sein. Um die komplexitäts-reduzierende Wirkung der Zahl fassbar zu machen, muss also ihre Geschichte erzählt werden. Dazu haben wir gleichzeitig einer ganzen Reihe von Aspekten Rechnung zu tragen und müssen einer Vielzahl von Debatten zuhören, welche von der Zahl als Chiffre erfolgreich verdeckt worden sind und deshalb in Vergessenheit gerieten.

## DIE BASIS IM KONTEXT

In sämtlichen europäischen Landesvermessungen des 19. Jahrhunderts bestimmten besonders genau vermessene Grundlinien den Massstab jener auf Winkelmessungen beruhenden Dreiecksnetze, welche den jeweiligen Vermessungsraum trigonometrisch erfassten. Die zwischen Walperswyl und Sugy gemessene Strecke war nichts anderes als die Hauptbasis der im Rahmen der eidgenössischen Landesvermessung erstellten Triangulation erster Ordnung. Sie lässt sich demnach als Routine und Standardverfahren einer zeitgenössischen wissenschaftlichen Praxis beschreiben. Gleichzeitig markierte die Basisvermessung im eidgenössischen Kontext der 1830er Jahre aber auch den Kristallisationspunkt einer Rhetorik des geodätisch-politischen Neubeginns, mit der sich sowohl die Gemeinschaft der Vermessungsingenieure als auch ihre Geldgeberin, die seit der Regeneration stark liberal orientierte eidgenössische



Tagsatzung, von früheren Vermessungsprojekten distanzierten. Das seit 1832/33 unter der Leitung von Guillaume-Henri Dufour stehende Unternehmen einer eidgenössischen Landesvermessung - «la seule entreprise scientifique de la confederation» - hatte den Auftrag, «die Geographie der Schweiz auf feste Fundamente»<sup>6</sup> zu gründen und mit einheitlichen Methoden einen transparenten, optisch konsistenten Raum der Nation im Medium der Kartographie zu produzieren. Das von bundesstaatlichen Instanzen in Auftrag gegebene wissenschaftliche Unternehmen nivellierte und neutralisierte damit am vermessenen Objekt und in der politisch unverfänglichen Sprache einer trigonometrisch abgesicherten Papierwelt wirtschaftliche Gefälle, politische Spannungen, kulturelle Gegensätze, soziale Differenzen und historisch bedingte regionale Unterschiede.<sup>7</sup>

Die neue Basis der Betrachtung des «Vaterlandes», die mit «allen Hilfsmitteln, welche die Astronomie, Trigonometrie und der Barometer darbiethen, [...] die ersten Fundamente seiner Geographie, als Höhe, geographischer Position, Azimuthe, Basis etc. etc. mit Genauigkeit zu bestimmen»<sup>8</sup> suchte, vollzog ihren Bruch mit der Vergangenheit dadurch, dass sie messtechnisch erzeugten Präzisionswerten einen neuen legitimatorischen Wert zuschrieb.

Die wissenschaftlich-technische sowie die politisch-kulturelle Bedeutung dieser Präzision soll im vorliegenden Aufsatz näher bestimmt werden. Dabei werde ich Präzision als ein soziotechnisch bedingtes Ergebnis von Verhandlungen und Autoritätszuschreibungen darstellen, welche nach erfolgreichem Abschluss eine neue Ordnung der Dinge produzieren. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse sollen also verstanden werden als das Resultat einer Konsensbildung über Verfahren, einer hinreichenden Legitimation von Instrumenten sowie der Herstellung politisch-kultureller Anschlussfähigkeit oder Kompatibilität von Daten, was seinerseits den Aufbau eines neuen Netzes von Autoritäten und Definitionsmonopolen erlaubt.

Die Basisvermessung als Präzisionsmessung in der Landschaft des Berner Seelandes wird damit zu einer Kommunikationsstrategie, welche dem politischen System aus einer offenen und unsicheren Position heraus neue Legitimation und Autorität zu verschaffen sucht. Das zunehmend stabilisierte und homogenisierte System trigonometrischer Bezüge eines geographischen Raumes namens «Eidgenossenschaft» hat im Kontext akuter politischer Divergenzen die Funktion eines generalisierbaren Kommunikationscodes übernommen, sobald seine Präzision in hinreichende Zuverlässigkeit und Kompatibilität überführt werden konnte.

Die symbolische Überhöhung der Basis, wie sie in den zitierten «Ergebnissen» von Johannes Eschmann auftaucht, verweist auf die Notwendigkeit, die historische Analyse vor das Ende der Debatte zu verlegen, d.h. Wissenschaft

im Entstehen und im Spannungsfeld von rhetorischem Anspruch und realisiertem Verfahren in der Praxis zu untersuchen. Einen ersten Einblick in dieses Spannungsfeld verschafft uns die Beobachtung des von Monotonie und Unregelmässigkeit geprägten Experiments einer Basisvermessung im Grossen Moos. Zweitens werden die verwendeten Instrumente als Produkte von gesellschaftlichen Autoritätszuschreibungen untersucht. Drittens haben wir uns mit der zunächst zwischen Mysterium und Konfusion angesiedelten Wirkung des Messresultats sowie - viertens - mit seiner in kommunikativen Prozessen ausgehandelten Stabilisierung zu beschäftigen. Der Wirkung dieses Messresultats auf den wissenschaftlichen und politischen Kontext sowie der landschaftsverändernden Konsequenzen messtechnischer Erfassung von Landschaft sind die letzten beiden Abschnitte gewidmet.

## **DAS EXPERIMENT ZWISCHEN MONOTONIE UND UNREGELMÄSSIGKEIT**

Am 22. September 1834 haben Johannes Eschmann, Johannes Wild und Rudolf Wolf zusammen mit einigen Arbeitern und Trägern damit begonnen, die Länge der zukünftigen Basis der schweizerischen Landesvermessung zu bestimmen. «Über den durch eine Eisenspitze bezeichneten Mittelpunkt des Steines bei Walperswyl wurde ein Loth aufgehängt und die ebene Endfläche der Messstange Nr. I, nachdem sie auf ihren Böcken wagerecht gelegt und in die Linie einvisirt war, mit dem Faden des Lothes zur Berührung gebracht. Nun wurden die Messstangen Nr. II und Nr. III in die Verlängerung von Nr. I einvisiert, wagerecht gelegt und je der zunächst vorhergehenden bis auf etwa zwei Linien genähert, dann die Thermometer abgelesen und mit dem Keil die beiden Zwischenräume gemessen.»<sup>9</sup> Was an den Thermometern und am Keil abgelesen wurde, hat Johannes Wild «avec un soin et un luxe distingue»<sup>10</sup> in ein Messprotokoll eingetragen, das uns nicht bloss seiner kalligraphischen Qualitäten wegen noch beschäftigen wird.

Nach dieser ersten Messung ist die erste Stange vor die dritte gelegt worden, worauf man die Temperaturen aller drei Messstangen sowie die Einsenkung des Keils in die Zwischenräume für die Messung Nr. II protokollieren konnte. 2232 Mal wurde dieses Prozedere wiederholt.<sup>11</sup> Bei jedem Schritt schob sich das auf Holzpfehlen installierte Messlabor der eidgenössischen Ingenieure um drei Toisen oder 18 Pariser Fuss oder 5,847 Meter weiter gegen Süden. Jeden Abend ramnten die Arbeiter «einen starken eisernen Pfahl» in die Erde, «in dessen wagerechter Durchbohrung man einen cylindrischen, an seinem Ende abgerundeten Dorn schob, bis er die Kante des T berührte, und [den man] in

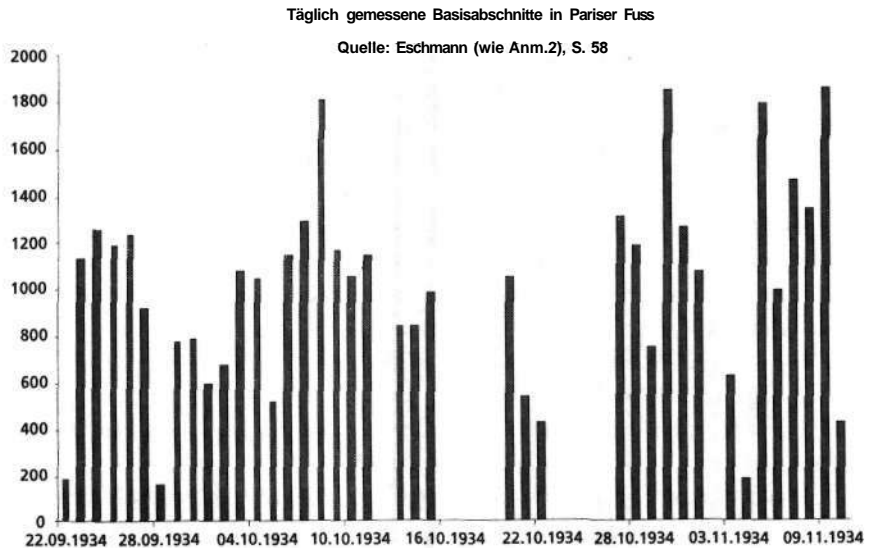
dieser Lage durch eine Stellschraube befestigte.» Während der Nacht und bei schlechten Sichtverhältnissen wurde die Messeinrichtung von zwei Arbeitern «in einem neben dem Apparate aufgeschlagenen Zelte» bewacht.<sup>12</sup>

Das Experiment zeichnete sich durch eine so klare Anlage aus, dass es problemlos einen Anspruch auf Verfahrenskonstanz anmelden konnte - «une fois à l'oeuvre chacun savait exactement ce qu'il avait à faire, et qu'il n'y avait ni tâtonnement ni perte de temps», verkündete Guillaume-Henri Dufour, der oberste Leiter des Experiments, in der «Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres et arts». Mehr noch: Die Vermessung der grossen Basis bei Aarberg «a duré *sans discontinuer* jusqu'au 10 novembre [1834]. M. le Prof. Trechsel s'est rendu sur les lieux, pour aider les ingénieurs de ses conseils, et *soutenir la constance* des employés, qui était quelquefois ébranlée par la monotonie d'un travail qui se répétait, non seulement *tous les jours, mais encore toutes les heures du jour.*»<sup>13</sup> Die Tatsache, dass das beharrlich durchgeführte Experiment als monoton bezeichnet wurde, stellte Dufours Mitarbeitern ein Zeugnis extremer (Selbst-)Kontrolle aus und konnte als Beweis für die Zuverlässigkeit des Messprozesses angeführt werden.

Um so überraschender wirken die grossen Schwankungen, die man unter den täglichen Messpensen feststellen kann. Die Messungen erfolgten keineswegs so kontinuierlich, wie es die Rede vom kontrollierten Verfahren suggerieren wollte. Eschmanns Messmaschine kam manchmal gut, oft aber auch nur stotternd voran. Vor allem in der zweiten Oktoberhälfte mussten die Messungen immer wieder unterbrochen werden (vgl. Grafik). Unebenheiten des Terrains, schlechte Sichtverhältnisse und starker Wind mögen dabei eine gewisse Rolle gespielt haben.<sup>14</sup> Hinter der scheinbaren Homogenität des Verfahrens verbarg sich aber eine auch aus andern Gründen unregelmässige Messpraxis. Aus Geldmangel und weil das sichernde soziale Netz fehlte, kam das hölzerne Pfahlnetz in der «entblössten Ebene» kurz vor der Zielgeraden vorübergehend zum Stillstand und das ganze Experiment an den Rand des Abbruchs.<sup>15</sup> Uns erlaubt eben diese, nur knapp verhinderte Katastrophe einen neuen Blick auf den soziotechnischen Voraussetzungsreichtum des Experiments zu werfen.

«En exécution de Vos ordres nous avons travaillé tous les jours et n'étions empêchés que par quelques brouillards de matin et par une demi-journée d'un vent violent. Maintenant que les brouillards ne nous permettent pas de commencer avant 9 ou 10 heures du matin, nous mettons ces heures à profit pour les calculs», hatte Eschmann am 14. Oktober noch voller Elan berichtet, nachdem immerhin die Hälfte der Messstrecke zurückgelegt worden war. Doch danach häuften sich die Schwierigkeiten «dans ce travail fastidieusement monotone».<sup>16</sup> Sie ergaben sich nicht nur in meteorologischer, sondern auch in

organisatorisch-institutioneller Hinsicht: «Nous avons voulu travailler même pendant la nuit, mais l'air n'a jamais été aussi calme qu'il n'éteignit les chandelles. Tout-à-coup nous voilà arrêtés dans notre élan. [...] Après demain, samedi, c'est le jour de paiement des ouvriers, et nous ne savons où prendre les ressources», lautete Eschmanns Notruf an den Directeur de la Carte Suisse. Johannes Wild und Rudolf Wolf hätten dem Unternehmen bereits acht Louis geliehen; mehr stünde ihnen nicht zur Verfügung. Mutlosigkeit mache sich breit. «Je vous prie en conséquence, Monsieur le Général, *de bien vouloir nous écrire, si nous devons quitter* ou de nous faire parvenir un ordre sur Berne ou Neuchâtel. Car il ne nous reste pas d'autre alternative et nous serons heureux, si nous ne serons pas obligés de vendre nos montres pour retourner dans notre pays. J'attend avec impatience votre décision Monsieur le Général.»<sup>17</sup>



Nicht wissenschaftliche Kapazitätsgefälle, nicht die Beachtung höchster Präzisionsstandards, nicht das praktische Wissen der Experimentatoren und ihres Personals, sondern der Einsatz von Dufours soziopolitischem Kapital gegenüber der Eidgenössischen Militärkommission mobilisierten in diesem prekären Moment die dringend benötigten Gelder und bewahrten so das Experiment vor seinem vorzeitigen Ende. «Je suis extrêmement fâché du retard que vous avez éprouvé dans l'envoi des fonds que vous avez demandés; il tient à ce que M. Letter n'était pas à Zurich, lorsque le Col. Buchwalder lui a

écrit. Je viens d'en recevoir une lettre en réponse de laquelle je lui ai demandé de vous expédier sans délai les sommes qui vous sont nécessaires pour que votre grande opération ne pérédite pas. [...] Je suis fâché que M. Buchwalder vous ait quitté dans ce moment et ne m'ait pas écrit.»<sup>18</sup>

Die bis zum südlichen Ende der Basis fehlenden 5000 Fuss konnten erst gemessen werden, als am 8. November die Bezahlung der Arbeiter doch noch gesichert war. Die Krise des Experiments hatte sich, dies geht aus Dufours Antwort deutlich genug hervor, nicht zuletzt durch den Wegfall jenes sozialen und administrativen Netzes ergeben, welches das mobile Labor im Grossen Moos hätte schützen sollen: Antoine-Joseph Buchwalder, der von Dufour ernannte offizielle Leiter des Experiments, war bereits vor längerer Zeit abgereist, um sich den lukrativeren Geschäften der Katastervermessung zu widmen.<sup>19</sup> Karl Franz Viktor Letter, der Sekretär der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde und damit der Finanzverwalter der Landesvermessung, war - so sah es jedenfalls für Eschmann aus - in Zürich nicht aufzufinden oder beantwortete die Briefe nicht.<sup>20</sup> Die graue Eminenz der Vermessungsarbeiten, Hans Konrad Finsler, scheint der Equipe im Feld nur einmal einen Höflichkeitsbesuch abgestattet zu haben.<sup>21</sup> Der Berner Mathematikprofessor Friedrich Trechsel, der als Berater seine Erfahrungen aus der Vermessung einer Basis im Sihlfeld bei Zürich hätte einfließen lassen sollen, hatte zwar in der Presse die Öffentlichkeit über das Unternehmen informiert und zwei Zelte schicken lassen, war aber nur gerade zweimal bei den Messungen dabeigewesen.<sup>22</sup> Guillaume-Henri Dufour schliesslich, der Directeur de la grande Carte und Oberstquartiermeister der eidgenössischen Truppen, sass in Genf und ordnete seine Papiere und Berichte.

## **DIE INSTRUMENTE ALS PRODUKT VON AUTORITÄTSZUSCHREIBUNGEN**

Der Arbeitsaufwand im Grossen Moos war riesig, die Langeweile drückend, das Verfahren akribisch und der Abschluss des Experiments ungewiss, da die finanziellen Engpässe erst im letzten Augenblick überwunden werden konnten. Der soziotechnische Anforderungsreichtum der Basisvermessung als praktisches Verfahren war also hinsichtlich seiner Rahmenbedingungen (institutioneller Schutz, Finanzierung, Disziplinierung der Beteiligten) ausserordentlich gross. Nicht weniger anforderungsreich hatte sich bereits vor dem Beginn des Experiments der Aufwand zur Herstellung der Messinstrumente gestaltet. Auch in diesem Bereich lässt das eingangs zitierte Ergebnis eine Vielfalt von Schwierigkeiten und Komplexitäten hinter sich.



Als Beispiel sei hier die Produktion der im Grossen Moos bei Aarberg verwendeten Messstangen erwähnt. Diese mussten als Präzisionsinstrumente von genau beschriebener Fabrikationsweise, unzweifelhafter Herkunft, dokumentierbarer Qualität und hinreichend gesicherter Vergleichbarkeit sein. So wurde jede von ihnen «aus drei 6 Fuss langen, 1 Zoll dicken eisernen Röhren aus der Fabrik der Herrn Gaudillot Frères & Roy in Besançon vermittelst Schlauffröhren durch Löthung zusammengefügt und ihre Enden mit stählernen Cylindern versehen», welche auf der einen Seite plan, am andern Ende kugelförmig abgeschliffen waren. Damit die temperaturabhängigen Schwankungen ihrer Länge jederzeit bestimmbar waren, war jede der Stangen mit zwei Quecksilberthermometern ausgerüstet.

Der Zürcher Instrumentenmacher Johann Georg Oeri, der die Stangen herstellte, konnte keineswegs bloss die Fabrikationsweise der Messstangen, sondern auch die Herkunft ihres ursprünglichen Vergleichsmasses angeben. «Als Originalmaass diente eine aus der Werkstätte des Herrn Repsold in Hamburg im Jahre 1828 erhaltene Toise, über welche dieser berühmte Künstler Herrn Horner schrieb: <Die Toise, die Sie von mir erhalten, ist der Fortin'schen, die Professor Schumacher in seiner kostbaren Sammlung von Etalous besitzt, gleich, wenigstens beträgt der Fehler kein 1/1000 einer Linie; sie ist von gleicher Form mit einer zweiten Toise, die ich habe, und mit dieser auf 3/10'000 Linien übereinstimmend.>»<sup>23</sup> Das «Originalmass» war damit, als Qualitätsgarantie, mit leuchtenden Namen von Wissenschaftlern, geodätischen Experimenten und Institutionen verbunden - ein verwickeltes Beziehungsnetz von sich gegenseitig verstärkenden Autoritätszuschreibungen: Jean Fortin, der prominente französische Instrumentenbauer, der die in der Instrumentensammlung des Königs von Dänemark aufbewahrte Toise von Peru hergestellt hatte,<sup>24</sup> Heinrich Christian Schumacher, der in Altona und Kopenhagen wirkende, mit Gauss befreundete Astronom und Geodät, welcher für die Genauigkeit der von Repsold hergestellten Kopie mit dem Ruf seiner eigenen Instrumentensammlung, mit seiner Flut einschlägiger wissenschaftlicher Publikationen und mit seiner Erfahrung mit einer Basisvermessung bürgte,<sup>25</sup> Johann Kaspar Horner, der Zürcher Weltreisende, Astronom, Geodät und Vorzeigegelehrte,<sup>26</sup> und schliesslich Johann Georg Oeri, der als Mechaniker für Horner bereits zahlreiche Spezialinstrumente angefertigt hatte.<sup>27</sup> Allen Kopien des Repsoldschen «Originalmasses» konnte nur durch eine quantifizierbar minimale Abweichung ein ähnlicher Status der Zuverlässigkeit verliehen werden. Genau aus diesem Grund spielte die sorgfältige Beschreibung des Kopierverfahrens eine zentrale legitimatorische Rolle.<sup>28</sup>

Messen kann man immer nur mit Kopien von (kopierten) Massen. So musste Oeri von Repsolds sechs Fuss (1,949 Meter) langer Toise insgesamt vier 18

Fuss (5,847 Meter) lange Messstangen herstellen. Dies erforderte, als Zwischenschritt, die Konstruktion von zwei weiteren, der ersten möglichst ähnlichen Toisen, die auf einem Komparator mit ihrem Modell verglichen wurden. Dabei erwiesen sich die drei aneinandergefügten Toisen insgesamt als 0,02353 Pariser Linien kleiner als die dreifache Länge der Repsoldschen Toise. Diese Abweichung war jedoch klein genug, um die (kopierten) Toisen ihrerseits im nächsten Kopierschritt als Referenzgrösse für die benötigten Messstangen verwenden zu können. Alle Stangen wurden einzeln im erwähnten Komparator überprüft, drei fanden im Experiment Verwendung, während die vierte zur späteren Bestimmung der Abnützung der im Messverfahren verwendeten Stangen als Sicherheitskopie aufbewahrt wurde.<sup>29</sup>

Obwohl schon der Aufwand für die Herstellung, Qualitätssicherung und die Garantie der Vergleichbarkeit der Messlatten gewaltig war, dürfen daneben die ergänzenden instrumenteilen Voraussetzungen der Basisvermessung nicht unterschätzt werden. Dazu zählten etwa zwei 40 Fuss hohe Signale über den Versicherungssteinen im Norden und im Süden der Basis,<sup>30</sup> ein Theodolit zur Aussteckung der Messlinie, ein Fernrohr für die Überprüfung der Messrichtung, ein auf Pfählen ruhendes Gerüst mit Holzrinnen, in denen die Messlatten lagen und die mit Justierschrauben den Angaben von Wasserwaage, Senkblei und Zielfernrohr entsprechend ausgerichtet werden konnten. Dazu zählte aber auch ein Keil «von gehärtetem und polirtem Stahl» mit dem sich «aus dem Maasse des Einsinkens die Grösse der beiden Zwischenräume berechnen liess», welche zur Vermeidung von Stössen beim Aneinanderfügen der Messlatten zwischen diesen eingehalten worden waren.<sup>31</sup>

Unabdingbar für die Funktionstüchtigkeit der Aarberger Messeinrichtung war schliesslich - über die instrumentelle Ausrüstung hinaus - das Messprotokoll, welches für jede neu hinzugefügte Messlatte mindestens sechs Temperaturmessungen, zwei Keileinsenkungswerte sowie fünf berechnete Mittel- und Reduktionswerte enthielt. Nach Abschluss der Messungen diente dieses archivierte Messprotokoll immer wieder als wichtigster Referenzpunkt, um das «definitive» Resultat selbst unter den Bedingungen stets neuer Annahmen und Anforderungen auf befriedigende Weise rekonstruieren zu können.

## VOM MYSTERIUM ZUR KONFUSION

Nach dem Ende des langen Experiments im Aarberger Moos am 10. November 1834 musste Johannes Eschmann zusammen mit seinen Schülern Johannes Wild und Rudolf Wolf ein erstes vergleichbares Aggregat aus jenen tausenden von Messungen erzeugen, welche im Protokoll festgehalten wor-

den waren. Diese Rechen- und Schreifarbeiten dauerten in einer ersten Phase nochmals volle zwanzig Tage.<sup>52</sup> «Hier au soir nous avons fini, MM Wild, Wolf et moi, les calculs des intervalles et les additions relatives à la base d'Aarberg; et je m'empresse de vous en communiquer le résultat», meldete Johannes Eschmann am 30. November 1834 nach Genf. «Toute correction faite, notre longueur réduite à 10° Réaumur et pour le niveau de la base est de 40'189,28618 pieds du Roi ou 13'055,06 mètres.»<sup>33</sup> Das Experiment fand damit einen seiner vielen Abschlüsse, nun zum erstenmal in Form eines aggregierten Werts, der dank seiner Vergleichbarkeit in einen neuen Verhandlungsraum eintrat, der aber auch sofort zum Gegenstand von Überraschungen, weiteren Berechnungen sowie von Spekulationen, Auseinandersetzungen und Korrekturen werden sollte.

Eschmann eröffnete diesen jahrelangen Verhandlungsprozess bereits in jenem Brief, in welchem er das erste «Resultat» nach Abschluss der Rechenarbeiten an Dufour übermittelte. Nicht nur Messinstrumente, sondern auch Messungen können sowohl auf die Transparenz ihrer Entstehungsbedingung wie auch mit Hilfe von Vergleichen überprüft werden. Für Eschmann war es naheliegend, einen Vergleich mit dem alten Ergebnis von Johann Georg Tralles und Johann Rudolf Hassler zu unternehmen, schliesslich waren sie es gewesen, welche in den 1790er Jahren die beiden Versicherungssteine im Grossen Moos gesetzt und ihre Distanz mit Hilfe einer 100 Fuss langen Stahlkette zum erstenmal auf 40'188 Fuss bestimmt hatten.<sup>34</sup> Mit eben dieser Zahl im Kopf hatte Eschmann im Herbst 1834 gemessen, sie hatte er während Wochen erwartet und überprüfen wollen.<sup>35</sup> Schliesslich hatte auch Dufour ihn noch vor Erreichen des südlichen Endes der grossen Basis daran erinnert, dass er ihm die Differenz zu Tralles' und Hasslers Messung so schnell wie möglich übermitteln sollte, auf die Details könne er warten.<sup>36</sup> Doch nun hatte Eschmann das Resultat von Tralles und Hassler mit der eigenen Messung deutlich überboten. Die Basis war durch die Messung um einen guten Fuss länger geworden.

Um seinen Instruktionen nachzukommen, wollte Eschmann pflichtbewusst die Ergebnisse von Tralles und Hassler nachschlagen. Dabei fand er in Franz Xaver Zachs Allgemeinen Geographischen Ephemeriden<sup>37</sup> die 1798 publizierte Länge von Tralles Messung, welche vom archivierten Ergebnis in beunruhigender Weise abwich. «Le résultat de Tralles réduit au même niveau et à la même température et que l'on trouve inséré dans le premier volume des éphémérides géographiques du baron de Zach page 279 est de 40'190,56 pieds ou 13'055,48 mètres.»<sup>38</sup> Die eigene Messung lag demnach plötzlich nicht mehr über, sondern unter der alten Messung, und zwar stolze 1,28 Fuss.

Die Zahlen begannen sich zu vervielfältigen und verwirrten sogar Eschmann.

«La différence est de 4 décimètres», hielt er betroffen fest und ergänzte, gewissermassen seine Verwirrung dokumentierend: «Le nouveau résultat est plus petit. Mais je n'ai pas encore pu parvenir à obtenir le chiffre exact. Il règne une sorte de mystère là-dessus.»<sup>39</sup>

Auch die weiteren Vergleiche sollten vorerst nur Verwirrung stiften. Französische Triangulationsdaten, welche eine Basis im Elsass mit der Aarberger Basis verbanden, halfen nicht weiter, obwohl Friedrich Trechsel dem verzweifelten Eschmann versicherte, die französischen Ingenieur-Geodäten hätten ähnliche Werte wie Tralles und Hassler erhalten, diese aber glücklicherweise mehrfach nach unten korrigieren müssen. Das von Buchwalder beschaffte Material zeigte, dass die Franzosen sich nicht einmal auf die in den Ephemeriden publizierten Daten von Tralles bezogen hatten und ihren Messungen diverse Präzisierungen nachreichen mussten.<sup>40</sup> «Monsieur le Colonel Buchwalder m'a envoyé les données nécessaires à la comparaison du résultat français. Mais la confusion est grande. Le résultat de Tralles y est tout autre que dans la correspondance de Zach.»<sup>41</sup> Selbst den Wert des alten Resultats zu bestimmen war ein Ding der Unmöglichkeit. Für die Erzeugung einer hinreichend legitimierbaren Faktenstabilität für das neue Resultat waren deshalb Ressourcen notwendig, die über den Vergleich von Messresultaten hinausgingen und nicht zuletzt auch jene «grande prédilection à débrouiller ce chaos» von Johannes Eschmann voraussetzten, die er sich einmal selbst attestiert hat.<sup>42</sup>

## **DIE VERHANDLUNG UND STABILISIERUNG DER MESSDATEN**

Sollte man nochmals messen? Oder sollte man sich einfach zufrieden geben mit dem Durchschnitt zwischen der neuen und einer älteren Messung? War der archivierte oder der publizierten Messung von Tralles und Hassler oder etwa der noch zu erwartenden, genaueren triangulatorischen Bestimmung der französischen Ingenieure Glauben zu schenken? Alle diese Fragen konnten letztlich nur aufgrund von Zuweisungen wissenschaftlicher Autoritätsgefälle beantwortet werden. Um das Ziel der Stabilisierung der eigenen Messdaten erreichen zu können, d.h. um der im Verfahren erzeugten Präzision auch eine hinreichende Zuverlässigkeit zu verleihen, mussten Wege gefunden werden, den methodisch-technischen Präzisionsüberschuss des Experiments so abzubauen, dass er für seinen vermessungstechnischen Kontext anschlussfähig werden konnte. Erst danach konnten Zweifel an der Geltung des Resultats ausgeschlossen und die Verhandlungen beendet werden.

An den soziotechnischen und kulturhistorischen Rändern der experimentell erzeugten, präzedenzlosen Genauigkeit der Basisvermessung finden sich des-

halb immer wieder starke Relativierungen des geodätischen Anspruchs auf Zuverlässigkeit und Präzision - Relativierungen, welche die involvierten Geodäten jeweils umgehend mit zusätzlichen Argumenten aufzuheben suchten. So betonte Eschmann am Ende einer zweijährigen Überprüfungsrechnung, er habe, weil er nur zu gut wisse, wie schnell man sich bereits beim Rechnen täusche, zur Sicherheit alle Rechnungen zwei- bis dreimal gemacht.<sup>43</sup>

Aus dem gleichen Grund musste denn auch nochmals die Zuverlässigkeit des Verfahrens und damit die Wahrscheinlichkeit, ein exaktes Resultat erzeugt zu haben, betont werden: «Toujours est-il qu'il y a de fortes chances pour que notre résultat soit exact, parce que toute négligence dans la position horizontale et dans l'alignement des règles auroit produit un résultat plus fort; et je suis content d'avoir terminé ma courte carrière trigonométrique par une opération aussi grande et aussi bien réussie.»<sup>44</sup>

Dufour versuchte wenigstens diese Hoffnungen abzusichern, indem er etwa Finsler das Messresultat bekanntgab. Er tat dies mit dem Hinweis darauf, dass die französischen Messungen wahrscheinlich ebenfalls ein etwas kürzeres Ergebnis als jenes von Tralles und Hassler ergeben würden.<sup>45</sup> Finsler, der Gralshüter und Archivar des Unternehmens, zögerte nicht zu behaupten, mit diesem Resultat könne man vertrauensvoll weiterfahren.<sup>46</sup>

Zwei Monate später hatte Eschmann nochmals alles in Ruhe durchgerechnet: «Les calculs définitifs insérés au registre et faits à loisir dans le cabinet ont donné pour la longueur de la mesure 40'189,50411 et la moyenne avec les mesures antérieures de Tralles est de 40'190,10.»<sup>47</sup> Die Geodäten entschieden sich nun für das, was man einen gut eidgenössischen Kompromiss nennen könnte. Sie erklärten das arithmetische Mittel zwischen den Messungen von Tralles mit ihren eigenen als definitiv angenommen. Dufour wies seine Mitarbeiter an, in Zukunft mit diesem Resultat zu arbeiten: «La longueur que nous avons définitivement adoptée pour la base d'Aarberg est de 40'190,10 pieds de Roi - 13'055,33 mètres. Vous pourrez établir là dessus vos futurs calculs.»<sup>48</sup>

Der damit verfügte Schluss jeder interpretativen Flexibilität des Datenmaterials erwies sich als wenig tragfähig. Schon im Juni 1835, mitten in der Kampagne zur Herstellung einer triangulatorischen Alpenüberquerung, meldete sich das Dépôt de la Guerre in Paris zu Wort. Diese vermessungstechnische Autorität zu ignorieren war für Dufour ein Ding der Unmöglichkeit. Seine eigene Ausbildung in Paris und Metz sowie seine Karriere als französischer Offizier banden ihn an die Autorität des Dépôt de la Guerre.<sup>49</sup>

Die Debatte um das Aarberger Messresultat musste deshalb, nur wenige Monate nach ihrem «definitiven» Schluss, wieder aufgenommen werden. Das Dépôt als geodätische Supermacht sanktionierte zunächst das Verfahren, wie es von Dufour beschrieben worden war, und enthob es damit legitimen Zwei-



feln. «Le procédé qu'ont employé vos Ingénieurs pour la mesure de la base [d'Aarberg] et qui se trouve décrit avec beaucoup de clarté dans votre notice, ne laisse aucun doute sur la précision de cette mesure.»<sup>50</sup> Die transparente Beschreibung des Verfahrens wurde vom Dépôt zur Garantin der Präzision erklärt. Man habe sogar eigene Nachforschungen angestellt, schrieb sein Direktor, General Pelet, an Dufour, «afin de reconnaitre jusqu'à quel point les deux bases d'Aarberg et d'Ensisheim, rendues parfaitement comparables, s'accordent entre elles».<sup>51</sup> Gleichzeitig enthob das Dépôt die Basis bei Ensisheim jeden legitimen Zweifels durch den Hinweis auf die «schöne Dreiecks-kette» zwischen der Basis in Ensisheim mit jener in Melun.

Wie bei der Absicherung der Herkunft der Messlatten treffen wir auch hier auf ein verwickeltes Beziehungsnetz von sich gegenseitig verstärkenden Autoritätszuschreibungen: Das Dépôt de la Guerre, gewissermassen das geodätische Hauptquartier der Welt, behauptete erstens, die Basis in Aarberg sei genau gemessen worden - denn das Verfahren entspreche den Standards und sei transparent beschrieben worden. Zweitens gebe es keine triangulatorisch bestimmbare Differenz zur französischen Basis in Ensisheim, denn diese lasse sich - drittens - durch ein «bel enchaînement de triangles» mit der französischen Basis in Melun verbinden, was unzweifelhaft die Übereinstimmung zwischen Ensisheim und Melun beweise.<sup>52</sup> Und für letztere verbürgte sich, selbstredend, wiederum das Dépôt de la Guerre in Paris.

Diese Kette von Referenzen und Autoritätszuschreibungen war genau dann von herausragender Bedeutung, wenn es wünschenswert war, die «identité réelle des points communs à la triangulations de la Suisse et de la France» zu beweisen, wenn also ein gegenseitiges Interesse bestand an einer «parfaite concordance entre les résultats géodésique obtenues par les Ingénieurs des deux pays.»<sup>53</sup> Für das Dépôt bestand dieses Interesse insofern, als sich damit der eigene Anspruch auf geodätische Homogenisierung über die Landesgrenzen ausdehnen liess, für Dufour bedeutete die «parfaite concordance» eine internationale Anerkennung und damit sofort auch eine erhöhte nationale Legitimation seines Projekts. Er zögerte deshalb keinen Moment, die französische Rückenstärkung an Eschmann weiterzuleiten. «Nous avons eu tort de prendre la moyenne entre la mesure que vous avez fait dernièrement et celles que MM. Tralles et Hassler ont prises», schrieb er seinem Feldingenieur und fügte bei: «Nous aurions du nous en tenir à votre mesure dont le [Dépôt] se plaît à reconnaître l'exactitude.»<sup>54</sup> Das Messresultat von Aarberg musste *no-lens volens* neu verhandelt und neu stabilisiert werden.

Die Messungen von Tralles und Hassler wurden also entsorgt, denn sie drohten die Basis noch länger zu machen. Interessanter war nun plötzlich die Dreiecksseite Chasseral-Röthifluf, wie sie das Dépôt zur Überprüfung der

französischen Verbindung zwischen Ensishheim und Aarberg empfohlen hatte. Zudem würde ein triangulatorisch befriedigender Anschluss an das lombardische Vermessungsnetz die Kompatibilität eidgenössischer und internationaler Vermessungen bestätigen. «La liaison avec les triangles lombards pourra aussi nous éclairer. Si la différence est dans le même sens, ce sera notre condamnation.»<sup>55</sup> Mit andern Worten: Der Weg in den Geodäten-Himmel, das Heilmittel gegen die drohende Verdammnis, wurde nun in der triangulatorischen Kompatibilisierung des schweizerischen Messresultats vermutet.

An der Alpenüberquerung und am Versuch «de terminer la jonction interminable» arbeitete Eschmann auch deshalb während des ganzen Sommers des Jahres 1835. Danach - «afin de pouvoir calculer définitivement nos côtés de jonction avec la France pour Chasseral et Röthiflue, et avec la Lombardie par Pizzo Menone et Mte Legnone»<sup>56</sup> - berechnete er die erhaltenen Messresultate und mass im Frühjahr nochmals die triangulatorische Verbindung zwischen Aarberg und der Linie Chasseral-Röthifluh.<sup>57</sup> Damit würde er, dies die Erwartung, die Debatte auf eine solide Grundlage stellen und schliessen können. Doch das Debakel zeichnete sich spätestens im März 1836 ab. «De tous les renseignements il résulteroit que notre base est encore trop grande.»<sup>58</sup> Hiess dies nun, dass das Messverfahren doch noch einmal zu untersuchen war? Eine solche Schlussfolgerung musste auf alle Fälle vermieden werden. Deziert hielt Eschmann fest: «Les opérations elles-mêmes sont faites avec tant de soin, que l'on ne peut pas négocier.»<sup>59</sup> Die bisherigen Stabilisierungsarbeiten an den Aarberger Messresultaten begannen die Black-box des Verfahrens zu schliessen. Jedes Argument, welches die Basis verkürzen konnte, war willkommen - Dufour mobilisierte seine Erinnerung an den aufmunternden Kommentar aus dem Dépôt de la Guerre,<sup>60</sup> und Buchwalder glaubte sich seinerseits erinnern zu können, dass bei der Messung einmal zwei Stangen aneinander gestossen seien und das Resultat möglicherweise deshalb zu gross ausgefallen sei.<sup>61</sup> Eine letzte Möglichkeit, das Resultat zu stabilisieren und mit den französischen Messungen zur Übereinstimmung zu bringen, war die Revision der Verarbeitung des Messprotokolls von Aarberg. Rein kalkulatorisch liess sich hier keine Korrektur mehr erwarten. Dafür hatte Eschmann schon zu lange gerechnet. «Autre chose est la table de dilatation; qui résulte de la supposition peut-être erronée que les quatre verges offrent les mêmes phénomènes quantitatifs de dilatation et que les tubes de fer se refroidissent avec la même vitesse, que les thermomètres, qui au lieu de reposer dans la masse du fer, n'y communiquent que par une mince lame de cuivre. Le métal alors, étant incomparablement meilleur conducteur du calorique que le verre, se sera presque entièrement refroidi tandis que le thermomètre marchera beaucoup plus lentement.»<sup>62</sup>

Diese Überlegungen steigerten die Konsequenzen beinahe ins Absurde. Die international gültigen Ausdehnungskoeffizienten für Eisen mussten den lokalen Bedingungen des Messapparats angeglichen werden. Und dies konnte nur mit einer genauen Untersuchung der Messeinrichtung bewerkstelligt werden. Für Eschmann begann ein aufwendiges Experiment mit Temperaturschwankungen an den Messstangen (auch an der vierten, während der Messungen nicht verwendeten) und an den Messkeilen (die aufzutreiben allein schon eine kleine Odyssee notwendig machten). «Man nahm eine Wanne in Form einer auf beiden Seiten geschlossenen Rinne, welche man mit warmem Wasser füllte. Da hinein legte man den Messstab, liess ihm Zeit, die Temperatur des Wassers anzunehmen, beobachtete die Thermometer, nahm ihn dann heraus, um ihn auf den Komparator zu legen. Hier musste man so lange warten, bis der Messstab die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatte. Nun verglich man von neuem und teilte die Verkürzung durch die Differenz der Temperaturen des warmen Wassers und der Luft. Dann variierte man die Temperatur des Wassers und verfuhr auf gleiche Weise, um zu wissen, ob hohe Temperaturen die nämliche Ausdehnung geben, wie niedrige. Da es unmöglich war, die Längenvergleichen im Moment der Herausnahme aus dem Wasser zu machen, so nahm man die erste Vergleichung genau 30 Sekunden nachher vor; dann beobachtete man von 30 zu 30 Sekunden, erhielt so eine Serie, welche das Gesetz der Abkühlung aussprach. Dann schloss man mittelst Interpolation aufeinanderfolgender Differenzen auf den Wert im Moment der Herausnahme selbst.»<sup>63</sup>

Diese Messungen ergaben für jedes Grad Réaumur Temperaturdifferenz während der Basisvermessung eine Korrektur von 0,03674 Pariserlinien. Und dies wiederum bedeutete, dass das «definitive» Resultat vom Februar 1835 um 26,919 Linien oder 0,187 Pariser Fuss zu korrigieren war. Anschliessend reduzierte Eschmann dieses Mass statt auf 10° R auf 13° R, welches die Temperatur der Toise von Peru war, und er reduzierte die Basis von 441,5 Meter über Meer auf Meeresniveau, was eine Totalkorrektur der bei Aarberg gemessenen Distanz (40'189,504 Fuss) um 4,483 Fuss oder 0,01% bedeutete. Das Ergebnis lautete 40'185,208 Pariser Fuss oder 13'053,74 Meter.<sup>64</sup> «Il n'y a donc point d'erreur ni du côté des Français ni du mien [...] et les résultats, que j'ai l'honneur de Vous envoyer comme définitifs, le seront pour toujours je l'espère.»<sup>65</sup> Am 22. September 1834 hatten die Messungen im Grossen Moos angefangen - am 14. Juni 1836 konnte die Debatte über ihr Ergebnis geschlossen werden.

## DIE BASIS ALS GEODÄTISCHES FUNDAMENT DER NATION

Die Bemühungen um die Stabilisierung des Aarberger Messresultats haben deutlich gezeigt, dass Präzision nicht der Grund, sondern das Resultat von Konsens unter den an der Messung beteiligten Ingenieuren gewesen ist.<sup>66</sup> Die Rohdaten sind so lange verhandelt worden, bis die Differenzen zum Verschwinden gebracht werden konnten. Die zahlreichen Ketten von wechselseitigen Autoritätszuschreibungen hatten - im Instrumentenbau ebenso wie beim Vergleich zwischen verschiedenen Resultaten - genau dies zum Ziel: Einen hinreichend breiten Konsens in der Gemeinschaft herzustellen und jeden Anschein arbiträrer Entscheidung zu vermeiden. Nur so konnten die Ressourcen einer Legitimation durch Verfahren mobilisiert werden.

Bestätigt wird diese Einsicht indirekt auch durch die Beobachtung, dass «Präzision», wie sie das Aarberger Experiment erzeugen wollte und erzeugen musste, für das ganze Vermessungsprojekt kaum funktional gewesen ist. Im Gegenteil. Seine anforderungsreichen Standards kontrastierten mit all jenen Messpraktiken, die während der Triangulationsarbeiten befolgt wurden, sie kontrastierten sogar mit den diesbezüglichen Instruktionen, welche sich stets gegen jeden «Präzisionsluxus» und zugunsten von messtechnischer Effizienz und Ökonomie entschieden: «Je ne veux point de luxe dans la triangulation. Le problème est de faire le plus possible.»<sup>67</sup> Präzisionsansprüche werden immer hinsichtlich des Grenznutzens der Präzision formuliert, und dieser sinkt insbesondere wegen der faktischen Heterogenität der erhältlichen Daten. Dass die Landesvermessung erstaunliche Präzisionsgefälle im eigenen Datenmaterial erzeugte, war Dufour völlig klar, wenn er Eschmann daran erinnerte, dass er möglichst viele Daten liefern solle statt nur wenige genau vermessene Winkel: «Je tiens d'autant moins à ce que ces angles soient pris avec la dernière rigueur qu'on ne les a pas pris partout; et que des observations trop délicates prolongeraient sans nécessité votre séjour sur ces montagnes dont il me tarde de vous voir descendre avec les angles en poche. Bornez vous donc à prendre les angles zénithaux aussi exactement que vous le pourrez faire avec votre instrument.»<sup>68</sup>

Aus diesen Überlegungen folgt nicht etwa eine Kritik an unsorgfältigen Messpraktiken oder an der mangelnden Zuverlässigkeit des Projekts. Vielmehr folgt daraus die Einsicht, dass der an der Basis betriebene Aufwand in beträchtlichem Mass repräsentative Werte zu erzeugen hatte. Wenn also nun nach der Stabilisierung des Messresultats von Aarberg dieses umgehend eine Fülle von Stabilisierungseffekten von weitreichender Konsequenz zeitigte, dann ist eben dieses Repräsentationsmoment von entscheidender Bedeutung. Die Basis sollte nicht nur messtechnisch, sondern auch symbolisch zum Fundament des Projekts werden.

Die angesprochenen Stabilisierungseffekte des Messresultats von Aarberg lassen sich im wesentlichen in drei Gruppen einteilen. Sie betrafen erstens die Gemeinschaft der Vermessungsingenieure bzw. ihr Projekt, zweitens die Absicherung der Finanzierung der Landesvermessung und damit die Verbindung zum politischen System, und drittens die geodätisch gestützte kartographische Konstruktion der Nation.

Für die Vermessungsingenieure lieferte das Resultat von Aarberg zunächst eine neue Verfahrenssicherheit. Solange das Messresultat verhandelt wurde, mussten immer wieder alle bestehenden Daten an seine Veränderungen angepasst werden. Der Abschluss der Verhandlungen erzeugte hier einen neuen Grad an Gewissheit, einen Orientierungsrahmen, der so schnell nicht wegbrechen würde.<sup>69</sup> Im Briefwechsel von Eschmann und Dufour tauchen in diesem Zusammenhang immer wieder Ausdrucksweisen auf, welche auf die sicherheitspendende Funktion von bereinigten Daten hinweisen - «toute incertitude disparaîtra»<sup>70</sup> heisst es da einmal, «l'affaire se débrouille»<sup>71</sup> ein andermal. Wo Klarheit produziert werden konnte, waren die Legitimationschancen des Vermessungsprojekts am steigen. Sie aber wurden angestrebt «pour ne laisser planer sur l'ensemble des résultats aucun sujet légitime de doute ou de méfiance.»<sup>72</sup>

Dieser Homogenitätsanspruch, der an die Basisvermessung geknüpft und von dort auf das gesamte Unternehmen übertragen worden ist, hatte für die Gemeinschaft der Geodäten und Topographen schliesslich auch einen disziplinierenden Effekt. Der instrumentelle, finanzielle, verfahrenstechnische und rechnerische Aufwand der Basisvermessung diente als Referenz für den gesamten Anspruch des Unternehmens, dem sich jeder einzelne Mitarbeiter zu unterziehen hatte.<sup>73</sup> Aus dem gleichen Grund wurde der Präzisionsüberschuss der Basisvermessung nicht als Mangel oder als Absurdität wahrgenommen, sondern zusammen mit seiner symbolischen Überhöhung dafür eingesetzt, nach innen und nach aussen eine Homogenität des Vermessungsunternehmens «depuis la mesure d'une base jusqu'au dernier triangle»<sup>74</sup> zu suggerieren.

Welche Konsequenzen das stabilisierte Resultat für die Finanzierung des Projekts hatte, geht aus jenem Bericht hervor, welcher die Eidgenössische Militärbehörde der Tagsatzung 1837 vorgelegt hat. Es sei nun bewiesen, hiess es dort, «dass die in der Schweiz unternommenen trigonometrischen Vermessungen, in Hinsicht auf Genauigkeit, auch den besten derartigen Arbeiten anderer Länder in nichts nachstehen».<sup>75</sup> Die Tagsatzungsabgeordneten davon überzeugen zu können, war einer der Gründe dafür, weshalb in Aarberg der geschilderte Aufwand betrieben worden ist. Darauf wurde Buchwalder schon im September 1834 nachdrücklich hingewiesen. «Il est de la plus grande importance que [la mesure de la base d'Aarberg] se fasse pour qu'on aye

quelque chose à présenter à la Commission milit. et ensuite à la Diète. [...] Si elle ne s'achevait pas cet automne il serait à craindre qu'on ne nous accordât pas l'année prochaine les fonds qui nous sont nécessaire pour continuer la triangulation.»<sup>76</sup> Der Erfolg der Basisvermessung wurde hinsichtlich der Finanzierbarkeit zur *conditio sine qua non* der gesamten Vermessungsarbeiten. Der Take-off der bewilligten Mittel für die Landesvermessung ab 1837 bestätigt auf eindruckliche Weise die Einschätzung Dufours.<sup>77</sup>

Die erwartete Wirkung stabilisierter Messdaten auf die Tagsatzung als Schnittstelle zwischen geodätischem Unternehmen und politischem System verweist uns direkt auf die politisch fundamentale Bedeutung der Präzision für die Nation. Mit der geodätischen Vermessung wurde nicht nur «die Geographie der Schweiz auf feste Fundamente»<sup>78</sup> gegründet, sondern gleichzeitig war auch dafür gesorgt, «dass unser Volk die rechte Stellung in der Reihe der Nationen einnehme»,<sup>79</sup> und es wurde der Schweiz ermöglicht, «sich auf die Höhe der benachbarten Nationen zu stellen».<sup>80</sup> Es ist kaum überraschend, eben diese Legitimationsfigur auch noch im Schlussbericht Dufours vorzufinden. Die Basis in Aarberg war die Grundlinie, auf welche sich die gesamte «Triangulation primordiale» stützen konnte, und sie ermöglichte eine international abgesicherte Kompatibilisierung des messtechnisch stabilisierten nationalen Raums. «Im zweiten Jahre [der Arbeiten] fand die Messung der Grundlinie bei Aarberg statt», berichtete Dufour, «auf welche die ersten Dreiecke des geodätischen Nezes sich zu stützen hatten. Diese Messung geschah mit aller erforderlichen Sorgfalt; auch haben unsere Nachbarstaaten, bei Anschluss unserer Grundlinie an ihre Triangulation eine ungewöhnliche Genauigkeit des Ergebnisses derselben konstatirt. Es zeigte sich dabei ein Unterschied von blos einigen Centimetern zwischen dem Resultat der Berechnung und dem Ergebnisse der direkten Messung der Basis [...]. Die Berechnungen sind im Bureau nach den genauesten Formeln der modernen Wissenschaft gemacht worden, welche die Kenntniss der astronomischen Coordinaten der zu prozirenden Punkte erheischen. [...] Kurz, es wurde Nichts versäumt, um die eidgenössische Karte auf die Stufe der grössten Genauigkeit zu bringen.»<sup>81</sup> Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Trigonometrie, Geodäsie und Astronomie, wie sie an der Basis im Grossen Moos durchexerziert worden sind und auf die «die genauesten Formeln der modernen Wissenschaft» angewandt wurden, waren damit die Garanten für die Grundlagen, die Einheitlichkeit und die Transparenz der kartographischen Darstellung der ganzen Schweiz. Das auf einer Basis von 13'053,74 Meter ruhende geodätische Definitionsmonopol des Bundes, dessen Präzision und Zuverlässigkeit spätestens 1836 gesichert schien, kann in Anlehnung an Norton Wise gleichzeitig als *Produkt der Einigung* der beteiligten Ingenieure und als *Agent der Einheit* beschrieben werden. Einheit

meint in diesem Zusammenhang die nationale Einheit im Sinne jener liberalen Tagsatzungsdelegationen, welche das Projekt der Landesvermessung deshalb unterstützt haben, weil sie die von einer Bundesvertragsreform vergeblich erhoffte politische Transparenz wenigstens in einer kartographischen Transparenz aufgehoben sehen wollten.<sup>82</sup>

## VON DER MESSLANDSCHAFT ZUR KULTURLANDSCHAFT

Der geodätische Diskurs in den «Ergebnissen» von Johannes Eschmann hatte das Grosse Moos - gewissermassen unter Vorwegnahme des ökologischen Diskurses des ausgehenden 20. Jahrhunderts - zu einer ausgeräumten Landschaft *avant la lettre* gemacht, zu einer «von Häusern und Bäumen entblösten Ebene».<sup>83</sup> Die geodätische Praxis, welche sich diesem Akt anschloss und das Grosse Moos zur *tabula rasa* machte, stiftete jedoch in der «entblösten» Ebene umgehend neue Erinnerung. Dabei ist insbesondere der feine Übergang von der Messlandschaft zur Kulturlandschaft bemerkenswert. «Zuerst wurde in der Richtung der Basis eine Schnur gespannt und längs derselben ein Band gelegt, auf welchem bereits die Stellung der die Lager für die Messstangen tragenden Böcke vorgezeichnet war, - dann der Boden an den betreffenden Stellen abgeebnet und nöthigenfalls verpfählt oder überbrückt; dann wurden drei Paare der Böcke aufgestellt und drei Stangen aufgelegt.»<sup>84</sup>

Der Eingriff in die Landschaft war minimal, seine Konsequenzen jedoch fast unüberschaubar. Manche Spuren mögen zwar von vorübergehender Bedeutung gewesen sein, andere jedoch schrieben sich nur um so dauerhafter in die Landschaft des Berner Seelandes ein. Entscheidend in beiden Fällen war die Dokumentation und der so bewerkstelligte Eingang der Basis und ihrer Landschaft als Erinnerungsorte in die bundesstaatliche Erinnerungskultur.<sup>85</sup>

Der Weg von der Messlandschaft zur Kulturlandschaft hinterliess erstens seine Spuren im kartographischen Aufschreibesysteme selber, d.h. im Messprotokoll von Johannes Wild, im Archiv von Hans Konrad Finsler in Wittigkofen, im topographischen Büro Dufours in Genf, auf den Kupferplatten von Johann Jakob Goll und in der publizierten Kartenwelt der Landestopographie. Bereits die erste Stufe dieser Dokumentationssequenz arbeitete zugunsten einer offiziellen Erinnerungsform: «Je me mettrai maintenant à composer un mémoire sur ces opérations, que je mettrai en tête du registre», hatte Eschmann im November 1834 verkündet.<sup>86</sup>

Eine zweite geodätische Erinnerungsarbeit fand in der Publizistik ihren Niederschlag, so etwa in der «Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres et arts» von 1834, in der «Notice sur la carte Suisse» von 1861 sowie im

Schlussbericht des Directeur de la Carte, der im Bundesblatt von 1865 erschienen ist. Auch Johann Heinrich Grafs Festschrift von 1896 zur Geschichte der Dufourkarte kann noch zu dieser Erinnerungskultur gezählt werden.<sup>87</sup> Dufours Behauptung von 1834, die Basisvermessung werde in die Annalen der Eidgenossenschaft eingehen, lässt sich für das ganze 19. Jahrhundert bestätigen.<sup>88</sup> In der vermessenen Landschaft jedoch hinterliess die Erinnerungsarbeit noch dauerhaftere Spuren. Schon Tralles und Hassler hatten ihre Basis versichert, mit zwei Steinen, in deren Mitte eine Eisenspitze eingelassen war.<sup>89</sup> Die Vermessungsarbeiten von 1834 sollten jedoch ihre eigene Dokumentation in der Landschaft erfahren und diese verändern. «En outre, il a été placé, cette dernière fois, une troisième borne presque au milieu de la base. [...] Quatre saules plantés autour de cette borne, qui ne sort, ainsi que les deux autres, que fort peu du sol, serviront à la retrouver dans le marais.»<sup>90</sup> Kein grosser Aufwand wurde betrieben bei diesem Repräsentations- und Dokumentationsakt. Und dennoch war das Pflanzen von vier Weiden als symbolische Handlung mitten in der von «Bäumen entblösten Ebene» von einer nüchternen Deutlichkeit geprägt, vor allem dann, wenn sie mit den Intentionen des weltgewandten und sogar mit zaristischen Repräsentationsdispositiven vertrauten Johann Kaspar Horner verglichen wird. Dieser hatte die kleine Basis im Sihlfeld, welche von Dufour stets als zweitrangiges Übungsstück für seine Messequipe eingestuft worden war, mit soliden Steinen markieren wollen und wurde vom Directeur de la Carte sofort dazu gezwungen, seinen Auftrag an den Steinmetz wieder rückgängig zu machen. «Point de luxe» scheint auch hier die Devise gelautet zu haben, trotz Horners «sentiment de regret de voir se terminer une opération aussi délicate, importante et laborieuse sans aucun vertige».<sup>91</sup>

Die vier Weiden leisteten jedoch bei genauer Betrachtung mehr, als ein Versicherungsstein je hätte leisten können. Sie naturalisierten die Konventionen einer vermessenen Landschaft und sie konventionalisierten gleichzeitig deren Natürlichkeit.<sup>92</sup> Vor allem aber symbolisierten sie den Übergang des Berner Seelands von einer Messlandschaft zu einer Kulturlandschaft, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf exemplarische Weise den Zugriff wissenschaftlich-technischer Dominierungsformen erlebt hat. Ihr Weg von der «entblösten Ebene» zum «grössten Gemüsegarten der Schweiz»<sup>93</sup> war damit zwar keineswegs einfach gegeben, aber er war vermessungstechnisch, politisch und symbolisch vorgezeichnet. Sie bedeutete die Verwandlung des Berner Seelands von den weissen Flächen einer Kartenbeilage in Zachs Ephemeriden von 1798<sup>94</sup> bis hin zu einer Ebene, die «durch ihre ausgesprochene Weiträumigkeit, durch die meist streng geometrische Anordnung des Verkehrsnetzes und Entwässerungssystems, durch die ausgedehnten, einem inten-



siven Feld- und Gemüsebau dienenden Felder» reichte, in welcher «die Züge der Kulturlandschaft [...] vorherrschend sind».<sup>95</sup>

Diese Entwicklung stützte sich immer wieder auf die von der Basisvermessung getragene topographische Aufnahme des Seelandes. Auch daran konnten folgenschwere Projekte anschliessen. Mehr symbolischen Charakter hatten diesbezüglich die Truppenmanöver von 1859. Aber sogar sie profitierten vom nun geodätisch gesicherten Raum des Berner Seelandes.<sup>96</sup> Ungleich bedeutender war dagegen die Durchführung der ersten Juragewässerkorrektur.<sup>97</sup> Der Präzisionsmessung am geodätischen Fundament der Nation folgte eine präzedenzlose Eroberung und Umgestaltung der bislang nur marginal genutzten Sumpflandschaften.<sup>98</sup> Vermessene Landschaften sind gleichzeitig anforderungsreiches Ziel und folgenschwerer Ausgangspunkt der technisch-wissenschaftlichen Praxis des 19. Jahrhunderts.

#### *Anmerkungen*

- 1 Ich danke Lars Bauer, Monika Burri und Daniel Speich für zahlreiche Hinweise und konstruktive Kritik.
- 2 So der Schluss des dritten, mit «Resultat der Messung» überschriebenen Kapitels von Eschmann Johann: Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz. Nach Befehl der Hohen Tagsatzung aus den Protokollen der eidgenössischen Triangulierung bearbeitet und herausgegeben von J. Eschmann, Oberlieutenant beim eidgenössischen Oberstquartiermeisterstab, Zürich 1840, S. 58.
- 3 Eschmann (wie Anm. 2), S. 55 und 58.
- 4 So auch noch Guillaume-Henri Dufour in einer 1854 publizierten Schrift, in der er vom Meter als «pris dans la nature et égal à la quarante-millionième partie du méridien terrestre» spricht. Dufour Guillaume-Henri: Considérations sur le meilleur système de poids et de mesures à adopter en Suisse, in: Bulletin de la Classe d'industrie et de commerce de la Société des arts de Genève, 1854, S. 1-16, hier S. 6. Zur Geschichte des Meters vgl. Alder Ken: A revolution to measure. The political economy of the metric system in France, in: Wise M. Norton (Hg.): The Values of Precision, Princeton N. J. 1995, S. 39-71.
- 5 Zum Verhältnis von Landschaft und Erinnerung in kulturhistorischer Sicht vgl. Schama Simon: Landscape and Memory, New York 1996.
- 6 Berchtold an Dufour, 28.3.1836, Schweizerisches Bundesarchiv (im folgenden: BAR) E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 7 Gugerli David: Kartographische Assemblagen einer vermessenen Schweiz, in: Schweizerisches Landesmuseum (Hg.): Die Erfindung der Schweiz. Bilder, Diskurse und Visionen einer nationalen Identität 1848-1998, Zürich 1998, S. 138-145.
- 8 Berchtold an Dufour, 31.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 9 Eschmann (wie Anm. 2), S. 56.
- 10 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 11 Wolf Rudolf: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als Historische Einleitung zu den Arbeiten der schweizerischen geodätischen Commission, Zürich 1879, S. 249. Dufour zahlte die letzte Stange nicht und notiert deshalb 2'231 Stangen. Vgl. Dufour Guillaume-

- Henri: Notice sur la mesure de la base d'Arberg en Suisse, in: Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres et arts, Nr. 57, 1834, S. 372-385, hier S. 382.
- 12 Eschmann (wie Anm. 2), S. 57.
  - 13 Dufour (wie Anm. 11), S. 380. Hervorhebungen d. Verf.
  - 14 «[...] il n'y a que quelques fossés assez larges, que nous étions obliée de traverser obliquement qui retardent un peu le travail. Dans ces cas, quand le fond n'est pas bien solide, nous chassons trois pieux pour chaque cheval; et le personnel prend le bain [...].» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
  - 15 Das vorzeitig beendete Experiment wäre damit tatsächlich nicht bis an sein Ende gekommen. Vgl. Galison Peter: *How eExperiments End*, Chicago 1987.
  - 16 Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Er bezog sich damit auch direkt auf die Befehle Dufours: «Il faut travailler jours et dimanches, car il faut absolument que vous ne vous sépariez pas que la base ne soit mesurée.» Dufour an Eschmann, 27.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 187.
  - 17 Eschmann an Dufour, 6.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
  - 18 Dufour an Eschmann, 8.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 192. Vgl. auch den Brief Dufours an Letter, 6.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 191: «Je m'empresse de répondre à votre lettre du 5. de ce mois en vous priant d'envoyer à Mons. le L. Col. Buchwalder les fonds qu'il vous demande pour continuer la mensuration de la grande base d'Arberg. Ce grand travail est près de son fin et ne doit point être interrompu. Il faut à tout prix l'achever cet automne.»
  - 19 Dies war bereits bei der Vermessung der Basis im Sihlfeld bei Zürich der Fall gewesen: «Nous sommes actuellement à 6246 toises pieds et dans peu de jours nous serons à l'autre terme. Pour ce temps je crois que M. Buchwalder arrivera. Il m'a écrit qu'il auroit à finir un travail pour son cadastre après quoi il sera entièrement libre.» Eschmann an Dufour, 19.4.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Zu den Abwesenheiten Buchwalders, dem die Leitung der Vermessung anvertraut war: «Monsieur le Colonel Buchwalder est parti pour quelques jours, mais il viendra nous rejoindre demain ou après demain et nous aidera à vaincre les difficultés que nous présentent plusieurs fossés assez larges.» Eschmann an Dufour, 25.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769; «Monsieur le Colonel Buchwalder est parti pour quelques jours, pour construire les signaux nécessaires à la liaison de notre base avec les grands côté de la triangulation.» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769; «M. le colonel est parti depuis 8 jours et je ne sais quand il nous rejoindra.» Eschmann an Dufour, 6.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
  - 20 Zu Letter vgl. Jaun Rudolf: *Das eidgenössische Generalstabskorps 1804-1874. Eine kollektiv-biographische Studie*, Basel und Frankfurt a. M. 1983, S. 106.
  - 21 «Nous attendons journellement M. le professeur et Monsieur le Général Finsler qui a promis d'assister à une journée de nos opérations.» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Zu Finsler vgl. Wolf (wie Anm. 11), S. 215.
  - 22 «Monsieur le professeur Trechsel est venu deux fois pour assister à nos opérations. Il nous a envoyé deux tentes et a [eu] la complaisance de nous envoyer tout ce qu'il faut pour la base. Il a inséré sur nos opérations un article dans la Gazette Universelle Suisse, dont je joins la traduction pour le cas où Monsieur le Général n'aurait pas lu ce journal.» Eschmann an Dufour, 25.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Zu Friedrich Trechsel vgl. Wolf Rudolf: *Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz*, Bd. II, Zürich 1858, S. 405 und Wolf (wie Anm. 11), S. 190.
  - 23 Eschmann (wie Anm. 2), S. 50.
  - 24 Dufour (wie Anm. 11), S. 373f.
  - 25 Zu Schumacher vgl. *Allgemeine Deutsche Biographie*, Bd. 33, 1891, S. 32f.
  - 26 Vgl. auch Homer Johann Kaspar: *Über Maasse und Gewichte und ihre Verbesserung*. Zürich 1813; ders.: *Méthode facile et générale pour calculer les latitudes d'un lieu par les hauteurs de l'étoile polaire, observées à toute heure*, Gènes 1822; sowie ders. und Pestalozzi

Heinrich: Kurzgefasster Entwurf eines schweizerischen Mass- und Gewichtssystems, Bericht und Anträge der in Angelegenheiten des Schweiz. Handels einberufenen Expertenkommission, Zürich 1834.

- 27 Wolf (wie Anm. 22), Bd. II, S. 394f.
- 28 Dufour (wie Anm. 11), S. 374f.
- 29 Eschmann (wie Anm. 2), S. 51. Dufour (wie Anm. 11), S. 375 gibt die auf dem Komparator ermittelten Abweichungen der einzelnen Messstangen von der Gesamtlänge der drei Toisen an (Nr. 1 -0,027 Linien, Nr. 2 -0,025 Linien, Nr. 3 -0,030 Linien und Nr. 4 +0,004 Linien, wobei eine Linie 2,3 mm entspricht).
- 30 Allein die Konstruktion dieser Signale erforderte einiges an Verhandlungsgeschick: «Les bois pour les signaux ont été concédés par le Statthalter d'Aarberg; nous ne savons pas encore si nous serons exempts d'une indemnité. M. le professeur Trechsel s'est chargé de la négociation.» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 31 Vgl. dazu Gugerli David: Politics on the topographer's table. The Helvetic triangulation of cartography, politics, and representation, in: Lenoir Timothy (Hg.): Inscribing science. Scientific Texts and the Materiality of Communication, Stanford 1998, S. 91-118, hier S. 102f.
- 32 Das Register enthielt rund 30'000 Datenpunkte (rund 60% davon Messpunkte, der Rest arithmetische Mittel oder umgerechnete Werte). Zum Register vgl. auch Graf Johann Heinrich: Die schweizerische Landesvermessung 1832-1864. Geschichte der Dufourkarte, Bern 1896, S. 52-53 und meine Interpretation in Gugerli (wie Anm. 31).
- 33 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 34 Vgl. Wolf (wie Anm. 11), S. 149. Zur Geschichte des Tralleschen Ergebnisses von 1797 vgl. auch ebd., S. 154f.
- 35 Eschmann an Dufour, 25.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 36 «Quand vous aurez achevé, il me suffira d'avoir les résultats comparés de la nouvelle mesure et de celle de Tralles ainsi que la longueur de cette même base résultant de la triangulation française.» Dufour an Eschmann, 27.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 187.
- 37 Zach Franz Xaver: Allgemeine Geographische Ephemeriden, Bd. I, Weimar 1798, S. 279. Seit Johann Kaspar Homer 1798 Adjunkt in der Sternwarte bei Gotha war, bestand für die schweizerische Geodäten-Gemeinschaft eine direkte Beziehung zu Zach. Vgl. Historisch-Biographisches Lexikon der Schweiz, Bd. IV, S. 291.
- 38 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 39 Ebd.
- 40 «M. le professeur Trechsel m'a dit cependant, que d'abord les Français avoient donné un résultat à peu près pareil à celui de M. Tralles: mais que plus d'une fois ils l'ont modifié, mais toujours dans le sens à donner à la base une valeur moindre. M. le Colonel Buchwalder a le côté Chasseral-Röthflue donné par les Français; mais les angles de jonction ne sont pas encore mesurés tous avec une exactitude suffisante; d'ailleurs je ne suis pas en possession de ces données.» Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 41 Eschmann an Dufour, 17.1.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 42 Eschmann an Dufour, 31.10.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 43 «Sachant très bien, combien il est facile de se tromper je refasse chaque calcul deux ou trois fois.» Eschmann an Dufour, 14.6.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770. Zum Problem der Entwicklung erhöhter Überprüfbarkeit von Rechenoperationen im 19. Jahrhundert vgl. Warwick Andrew: The laboratory of theory or what's exact about the exact sciences?, in: Wise (wie Anm. 4), S. 311-351.
- 44 Eschmann an Dufour, 31.10.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 45 «Le résultat de la mesure française passe pour être aussi un peu inférieur à la mesure de Tralles.» Dufour an Finsler, 8.12.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 199.
- 46 Finsler an Dufour, 15.12.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769: «[...] je vous remercie beaucoup de m'avoir donné [...] connaissance préliminaire du résultat de l'opération relative à l'ancienne base de M. Tralles. [...] le résultat permet de procéder avec confiance.»

- 47 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Diese Fussnote in Eschmanns Brief vom 30.11.1834 scheint im Februar 1835 nachgetragen worden zu sein.
- 48 Dufour an Dessaussure, 28.2.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 228. Vgl. auch bereits die Publikation dieser Länge in Dufour (wie Anm. 11), S. 385, bzw. immer noch Dufour an Finsler, 1.11.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 305: «J'ai remarqué d'après une note que vous m'avez antérieurement donné que les calculs ont été faits d'après l'ancienne base non réduite, or, nous sommes convenus de prendre la moyenne de l'ancienne et de la nouvelle mesure pour base définitive de nos calculs. Il y aura donc ici une petite correction à faire.»
- 49 d'Hollander Raymond: Influence de la cartographie française sur Dufour, in: Durand Roger und Aquillon Daniel (Hg.): Guillaume-Henri Dufour dans son temps, 1787-1875. Actes du colloque Dufour, Genève 1991, S. 135-152.
- 50 Depot de la Guerre an Dufour, 4.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 51 Ebd. Zum triangulatorischen Vergleich zwischen den Basen bei Aarberg und Ensishheim vgl. Graf (wie Anm. 32), S. 60f.
- 52 «[...] le bel enchainement de triangles qui lie la base d'Ensishheim à celle de Melun, prouve incontestablement l'accord de ces deux bases.» Dépôt de la Guerre an Dufour, 4.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 53 Dépôt de la Guerre an Dufour, 4.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 54 Dufour an Eschmann, 13.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 264.
- 55 Dufour an Eschmann, 13.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 264.
- 56 Dufour an Eschmann, 14.9.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 290.
- 57 Zur Messkampagne Eschmanns in den Alpen vgl. Graf (wie Anm. 32), S. 89-91.
- 58 Eschmann an Dufour, 20.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 59 Eschmann an Dufour, 20.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 60 «Les communications que j'ai reçues du dépôt de la guerre, me font croire qu'il faut nous en tenir à la dernière mesure de notre base et ne pas prendre de moyenne avec la mesure de Tralles, parceque cette moyenne augmente encore nos différences». Dufour an Eschmann, 15.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 327.
- 61 «Parceque je crois toujours notre base un peu trop longue. Monsieur Buchwalder croit aussi se rappeler que deux de ces verges se sont choquées l'une contre l'autre. Il pourrait résulter de cet accident un léger raccourcissement dont il est bon de tenir compte.» Dufour an Eschmann, 5.4.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 343.
- 62 Eschmann an Dufour, 20.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 63 Eschmann Johannes: Rapport sur les bases d'Aarberg et celle de Zurich corrigées par de nouvelles expériences, zitiert nach Graf (wie Anm. 32), S. 58.
- 64 Zur Berechnungsweise vgl. Graf (wie Anm. 32), S. 58f.
- 65 Eschmann an Dufour, 14.6.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 66 Dazu auch Schaffer Simon: Accurate measurement is an English science, in: Wise (wie Anm. 4), S. 135-172, hier S. 135.
- 67 Dufour an Berchtold, 12.3.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 234.
- 68 Dufour an Eschmann, 24.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 270.
- 69 «La distance Tour de Gourze-Molesson qui vous a été communiquée diffère de celle de M. Dessaussure parce qu'elle a été corrigée 1. par nos nouvelles mesures de la base d'Aarberg, 2. par la réduction de la dite base au niveau de la mer. C'est donc à celle qui vous a été donnée qu'il faut vous en tenir. Cependant comme M. Eschmann a apporté une nouvelle correction très faible il est vrai, aux effect de la température sur les verges, je crains que celle-ci ne soit pas entrée dans le côté qui vous a été communiqué.» Dufour an Berchtold, 23.11.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 419.
- 70 Eschmann an Dufour, 6.5.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- yi «On voit cependant que l'affaire ce débrouille, et promet une solution satisfaisante et définitive.» Eschmann an Dufour, 19.12.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.

- 72 Dufour Guillaume-Henri: Notice sur la carte de la Suisse dressée par l'état-major fédéral, Genève 1861, S. 5.
- 73 Zum disziplinierenden Effekt von Experimentalsystemen vgl. Schaffer Simon: Astronomers Mark Time: Discipline and the Personal Equation, in: *Science in Context*, Vol. 2, 1988, S. 115-145.
- 74 Dufour (wie Anm. 72), S. 5.
- 75 Bericht der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde an die Hohe Tagsatzung über die im Jahr 1836 vorgenommenen trigonometrischen Arbeiten, 25.3.1837, BAR E 27 22642 HAZ d/3780.
- 76 Dufour an Buchwalder, 12.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 183. Im selben Sinn auch Dufour an Eschmann, 27.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 187: «[...] sans cela nous n'aurions rien à présenter à la Diète et elle pourrait bien nous refuser des allocations ultérieures.» Dufour an Buchwalder, 16.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 194: «De ce que nous pourrions montrer cette année dépendra ce qu'on nous accordera l'année prochaine.»
- 77 Dazu Gugerli David: Kartographie und Bundesstaat. Zur Lesbarkeit der Nation im 19. Jahrhundert, in: Ernst Andreas et al. (Hg.): *Revolution und Innovation. Die konfliktreiche Entstehung des schweizerischen Bundesstaates von 1848*, Zürich 1998, S. 199-215.
- 78 Berchtold an Dufour, 28.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 79 «Sorget, dass unser Volk die rechte Stellung in der Reihe der Nationen einnehme, ehe der Sturm über Europa losbricht!», in: *Neue Zürcher Zeitung*, 11. Januar 1832, S. 10.
- 80 Dufour Guillaume-Henri: Schlussbericht des Herrn General Dufour über die topographische Karte der Schweiz vom 31. Dezember 1864, in: *Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft* Nr. 17, 1865, S. 203-214, hier S. 203.
- 81 Dufour (wie Anm. 80), S. 204-209.
- 82 Vgl. die Diskussion von Wise über Präzision. Wise M. Norton: *Precision. Agent of unity and product of agreement*, in: Wise (wie Anm. 4), S. 92-100, 222-236, 352-361; vgl. auch Gugerli (wie Anm. 7).
- 83 Eschmann (wie Anm. 2), S. 55.
- 84 Wolf (wie Anm. 11), S. 248. Diese Beschreibung bezieht sich auf die Basis im Sihlfeld, welche ein halbes Jahr früher zum Erlernen des Messverfahrens durchgeführt worden war.
- 85 Nora Pierre: *Zwischen Geschichte und Gedächtnis*, Frankfurt a. M. 1998; ders. (Hg.): *Les lieux de mémoire*, Paris 1984-1992.
- 86 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 87 Dufour (wie Anm. 11); ders. (wie Anm. 72); ders. (wie Anm. 80); Graf (wie Anm. 32).
- 88 Dufour an Eschmann, 24.1.1835, BARE 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 210: «Je m'empresse de vous témoigner toute ma satisfaction de ce grand et beau travail qui vous fait infiniment d'honneur et qui marquera dans les annales de la Confédération.»
- 89 «Les deux termes de cette base [...] sont marqués par des bornes solidement maçonnées, repérées à des témoins qui en feraient retrouver la position exacte, si elles étaient déplacées, et marquées à leur sommet d'un point métallique qui donne l'extrémité précise de la ligne.» Dufour (wie Anm. 11), S. 385.
- 90 Ebd.
- 91 Horner an Dufour, 6.4.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 92 Vgl. Mitchell W. J. T.: *Imperial Landscape*, in: ders. (Hg.): *Landscape and Power*, Chicago 1994, S. 5-34, hier S. 5.
- 93 Schnitter Niklaus: *Die Geschichte des Wasserbaus in der Schweiz*, Oberbözingen 1992, S. 119.
- 94 Tralles Johann Georg: *Umriss der Gegend der Standlinie bey den drey Seen im Canton Bern. Zur Landes-Vermessung der Schweiz*, o.O. 1798.
- 95 Hunziker Theo: *Landschaftsgestaltungs-Gutachten zur II. Juragewässerkorrektur*, Bern 1960, S. 6f.
- 96 von Mandrot A.: *Manoeuvre-Karte für das Jahr 1859*, Grosses Moos-Bielersee, 1:50'000, o. O., o.J.

- 97 La Nicca Richard: Erwiderung d. R. L. N. auf die von d. Herrn Dufour [...] über seinen Plan der Jura-Gewässer-Korrektion gemachten Bemerkungen, o. O. 1843; Sterchele G.: Flussbau bei der ersten und zweiten Juragewässerkorrektion, Bern 1975; Vischer Daniel: Die Korrekturen von Kander, Linth und Juragewässern, in: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (Hg.): Historische Wasserwirtschaft im Alpenraum und an der Donau, Stuttgart 1994, S. 69-98.
- 98 Die Verschiebung von insgesamt 6,8 Millionen Kubikmetern Erdschutt beim Bau des Hagneck-Kanals, des Nidau-Büren-Kanals, des Broye-Kanals und des Zihl-Kanals produzierte 350 km<sup>2</sup> «Kulturland», vgl. Schnitter (wie Anm. 92), S. 119. Diese Geschichte nicht als reinen Erfolg zu feiern haben uns erst die Ökologen des ausgehenden 20. Jahrhunderts gelehrt, vgl. Scholz Roland W. (Hg.): Perspektive Grosses Moos. Wege zu einer nachhaltigen Landwirtschaft, Zürich 1995.

**VERMESSENE LANDSCHAFTEN**

**HISTORISCHE PROBLEMLÖSUNGEN  
AUS TECHNISCHER SICHT**





# ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES GEODÄTISCHEN INSTRUMENTENBAUS IM KONTEXT DER SCHWEIZERISCHEN INDUSTRIALISIERUNG

HILMAR INGENSAND

Mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts haben die schweizerischen Firmen Kern in Aarau und Wild in Heerbrugg eine führende Rolle im geodätischen Instrumentenbau eingenommen. In diesem Beitrag sollen die Wurzeln dieses Erfolgs im Zusammenhang mit der europäischen und schweizerischen Industrialisierung untersucht werden. Auch wenn die Industrialisierung in der Schweiz mit einer Phasenverzögerung gegenüber anderen europäischen Ländern, insbesondere England, begonnen hat, ist sie in einigen Bereichen, wie z. B. der Einführung der elektrischen Energie, schneller vorangeschritten als in den umgebenden Ländern.<sup>1</sup> Nach den vorliegenden Erkenntnissen orientierten sich die schweizerischen Erbauer geodätischer Instrumente an englischen Vorbildern, die dann in Deutschland und Frankreich weiterentwickelt wurden.

Dieser Beitrag konzentriert sich vor allem auf die Entwicklung des Theodoliten, des Instruments mit den grössten feinmechanischen und optischen Anforderungen. Der Theodolit wird als ein Symbol für hochgenaues Vermessen mit Hilfe von Präzisionsmechanik, Optik und heutzutage auch Elektronik angesehen und ist damit auch ein Massstab für den Stand der Technik in einem Land. Die entwicklungstechnische Herausforderung bei diesem Instrument besteht darin, eine angezielte Richtung auf den Horizontal- und Vertikalteilkreisen mit weniger als einem Tausendstel eines Millimeters abzubilden.

Bezeichnenderweise hat der Theodolitenbau in England begonnen, wie auch die Industrialisierung anderer Sparten. James Watt (1736-1819), der als Erfinder der ersten leistungsfähigen Dampfmaschine zu einer Symbolfigur der Industrialisierung geworden ist, hat sich während seiner Lehrzeit in Glasgow selber mit dem Bau geodätischer Instrumente beschäftigt. Neben anderen Erfindungen gelang ihm die Entwicklung eines optischen Mikrometers und eines Fadendistanzmessers.<sup>2</sup> Es könnte als Zufall der Geschichte angesehen werden, dass das erste funktionsfähige Dampfmaschinenmodell der Schweiz 1813 von Christian Schenk in Bern gebaut wurde, der zusammen mit seinem Bruder Ulrich Schenk ebenfalls Theodoliten herstellte.<sup>3</sup> Wenn man aber weiss, dass Ulrich Schenk zusammen mit Jakob Kern bei der Firma Reichenbach in

München lernte und Reichenbach wiederum in seinen Jugendjahren in der Dampfmaschinenfabrik Boulton & Watt gearbeitet hatte, so sind die Zusammenhänge weniger verwunderlich, sondern vielmehr eine Konsequenz der damaligen Faszination «Dampfmaschine».

Ein zentrales Anliegen dieses Beitrags ist es nun, zu untersuchen, in welcher Form und zu welchen Epochen ein Zusammenhang zwischen dem Verlauf der allgemeinen Industrialisierung der Schweiz und der Weiterentwicklung und Fertigung des hochpräzisen Vermessungsinstrumentes «Theodolit» zu erkennen ist.<sup>4</sup>

## **DIE VORINDUSTRIELLE ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES THEODOLITEN**

Obwohl es in der Vergangenheit nicht an etymologischen Erklärungsversuchen gefehlt hat, lässt sich das Wort *Theodolit* oder *Theodelit* bei den Griechen nicht nachweisend. Die erste Konstruktion eines theodolitähnlichen Instrumentes findet man bei Heron aus Alexandria. Bereits 50 v. Chr. beschreibt er in seinem Vermessungsbuch «Dioptra» ein zweiachsiges Instrument mit Schneckenrieben für die Horizontal- und Vertikaleinstellung der Visureinrichtung, dem sogenannten Diopter (= griech. Späher). Rekonstruktionen nach der Beschreibung von Heron lassen die Theodolitgrundstruktur mit Steh- und Kippachse erkennen. Weitere Entwicklungen sind jedoch bei den Griechen nicht bekannt.

Später führten arabisch-islamische Gelehrte die astronomischen Wissenschaften fort. Die im Zusammenhang mit Theodolitmessungen gebräuchlichen Begriffe wie Alhidade (Al hidad = der Arm), Ziffer, Azimut, Nadir erinnern an die arabische Herkunft. Weitere Vorbilder des späteren Theodoliten sind das sogenannte Torquetum (Türkeninstrument) als astronomisches Messinstrument sowie das Astrolabium und der Quadrant. Die Instrumente von Zubler (Zürich 1607) projizieren ebenfalls eine Richtung auf einen Teilkreisausschnitt und können mit gleichem Recht als Vorläufer des Theodoliten angesehen werden.

Das Wort *Theodolit* wird nachweislich erstmals im 16. Jahrhundert in England von Digges gebraucht, der ein theodolitähnliches Instrument mit Diopter vorstellt.<sup>6</sup> Der entscheidende technische Fortschritt gelang im Jahre 1607 dem niederländischen Brillenmacher Lipperhey mit dem Bau des Fernrohres. Um 1730 wurde von dem englischen Mechaniker Sisson der erste Theodolit der Neuzeit gebaut, der bereits mit einer Röhrenlibelle ausgerüstet war. Diese war 1662 durch den Pariser Mechaniker Thevenot entwickelt

worden. Ab dieser Zeit wurden auch in anderen europäischen Ländern von Instrumentenbauern einzelne Theodoliten für Triangulationen und andere wissenschaftliche Zwecke entwickelt. Der erste Theodolit der Schweiz wurde, vermutlich nach einem französischen Vorbild, von Jaques Paul (1733-1796) in Genf gebaut (Abb. 1).<sup>7</sup>

## **DAS GRUNDPRINZIP DER THEODOLITMESSUNG**

Das Grundprinzip des Theodoliten ist es, eine mittels Diopter oder Fernrohr anvisierte Richtung in der Landschaft auf den Vertikal- und Horizontalkreis zu projizieren (Abb. 2). Damit wandelt der Theodolit reale Richtung in numerische Werte wie Zenitwinkel und Horizontalrichtungen um. Die Übertragung der Realität auf die Dimensionen eines Teilkreises mit einem Durchmesser von 6-8 cm erfordert dabei eine sehr hohe Fertigungsgenauigkeit der optischen und mechanischen Komponenten.

Die Winkelmessfunktion des Theodoliten wurde jedoch nicht nur zur Vermessung von Landschaften eingesetzt, sondern auch für andere Disziplinen. So wurden von Fraunhofer modifizierte Theodolite in der chemischen Industrie als Spektrometer eingesetzt.<sup>8</sup>

## **DER THEODOLITBAU UND DIE INDUSTRIALISIERUNG DER SCHWEIZ IM 19. JAHRHUNDERT**

Der Ursprung des Theodolitbaus in der Schweiz im 19. Jahrhundert geht auf den Physiker Fraunhofer und den Feinmechaniker und Optiker Reichenbach zurück, die in München ein Institut gegründet hatten, welches sich als Zentrum für optisch-mechanische Entwicklungen etablierte. So waren - wie bereits erwähnt - auch die Schweizer Ulrich Schenk und Jakob Kern bis zur Gründung ihrer eigenen Firmen dort tätig. Coradi, der später einmal in Zürich Planimeter herstellte, war ein Schüler von Gustav Starke, dem Sohn von Christoph Starke, einem Mitarbeiter von Reichenbach. Der Kreis schloss sich ein weiteres Mal, da die 1866 in Wien gegründete Firma Starke & Kammerer zeitweise eine Vertretung in Zürich hatte.

Die Beziehung zwischen der Theodolitentwicklung und der Industrialisierung der Schweiz ist eher indirekt und nicht synchron zur Entwicklung anderer Industriezweige verlaufen. Während Vermessungsinstrumente bis ins 20. Jahrhundert hinein eher als Einzelstücke in feinmechanischen Werkstätten gefertigt wurden, war die schweizerische Uhrenindustrie zu dieser Zeit bereits

in einer Phase der Massenproduktion.<sup>9</sup> Keine der oftmals von Krisen geschüttelten Hauptindustrien, hier soll vor allem auf das Auf und Ab bei der Textilverarbeitung hingewiesen werden, stand in einer direkten Beziehung zur Feinmechanik oder gar Optik. Allenfalls ist der Textilmaschinenbau erwähnenswert, der gleichfalls feinmechanische Bauelemente konstruierte.

Die Gründung von Instrumentenwerkstätten wie Schenk in Bern (1811) oder Kern in Aarau (1819) wurde oftmals bewusst als Wirtschaftsförderungsmassnahme betrachtet. Selbst eine Verbindung zur Uhrenindustrie, die ja auch eine Präzisionsmechanik bedingt, kann nicht hergestellt werden. Zudem konzentrierte sich der Aufbau der Uhrenindustrie, ebenfalls als Wirtschaftsförderungsmassnahme geplant, im wesentlichen auf die Westschweiz und einige verkehrstechnisch eher abgelegene Regionen des Juras. Der Bau von Werkzeugmaschinen, insbesondere von Präzisionsdrehbänken, die zunächst in England konstruiert wurden, kam jedoch beiden Wirtschaftszweigen zugute. Einzig in Schaffhausen gab es eine lokale Berührung. Um die Jahrhundertwende etablierten sich hier auf engem Raum die Schwerindustrie (Georg Fischer), die Uhrenindustrie (JWC) und die Aluminiumherstellung. Der Schaffhauser Instrumentenbau ist durch den Genfer Mathematiker Amsler-Laffon berühmt geworden. In seiner Firma sind zwar nur kurzzeitig Vermessungsinstrumente gebaut worden, doch wurden die analogen Integratoren, die man auch als mechanische Vorläufer von Computern ansehen kann, weltweit zur grafischen Flächenbestimmung eingesetzt. Bei Amsler-Laffon wurden auch andere physikalische Messinstrumente entwickelt.

Obwohl in der Schweiz bis zur Jahrhundertwende und auch noch danach für die Detailvermessung vorwiegend der Messtisch mit Kippregel eingesetzt wurde, stellten neben der dominierenden Firma Kern in Aarau andere Firmen wie die Berner Firmen Schenk & C Cie, Pfister & C Hermann (1890), Usteri und Reinacher in Zürich und die Schaffhauser Firma Carl Ebner Theodolite her.

## **NEUE IMPULSE DURCH DEN SCHWEIZERISCHEN EISENBAHNBau**

Mitte des vorigen Jahrhunderts brachte eine tiefe Krise in der Textilindustrie und damit auch im Textilmaschinenbau den Motor der Industrialisierung vorübergehend zum Stocken. Erst der Bau neuer Eisenbahnlinien mit den dafür notwendigen Brücken und Tunneln löste erkennbar eine zweite wichtige industrielle Aufbauphase aus. Der Bedarf an Vermessungsinstrumenten und damit auch an Theodoliten stieg gewaltig an. Von 1844 bis 1885 wurden in der Schweiz insgesamt 2700 km Schienen verlegt, so dass die Schweiz zu dieser Zeit das dichteste Schienennetz in Europa besass. Der Bau von Eisen-

bahnen für den Rohstofftransport und später für den Tourismus erforderte immer mehr und funktionellere Instrumente. Für die Planung von neuen Trassen war die dreidimensionale Erfassung des Geländes eine unabdingbare Voraussetzung. So kam es um die Jahrhundertwende auch zu einer beachtlichen Zahl von Tachymeterkonstruktionen, die eine Kombination von Theodolit und Distanzmesser darstellten. Man sprach sogar zeitweise vom Eisenbahntachymeter als Instrumententyp.

Für die alpendurchquerenden Projekte kam die Forderung nach einem gesamtschweizerischen Vermessungspunktfeld auf, welches wiederum genauere Instrumente erforderte. Der Bau der Eisenbahntunnel durch den Gotthard, Simplon und Lötschberg sowie der Bau der Albula- und Berninabahn (Tabelle 1) sind Zeugnis höchster Ingenieurbaukunst, welche ohne die entsprechenden Vermessungsinstrumente und -methoden nicht durchführbar gewesen wären. Nach langen Verhandlungen wurde die notwendige Einführung eines einheitlichen metrischen Systems 1851 durchgesetzt. Auch die Einführung einer in der ganzen Schweiz gültigen Zeit im Jahre 1893 ist eine Folge des Eisenbahnwesens.

*Tabelle 1: Tunnelabsteckungen*

<i>Jahr</i>	<i>Projekt</i>	<i>Länge</i>	<i>Vermesser</i>
1869-1880	Gotthard	15.0 km	Gelbke/Koppe
1902	Albula	5.8 km	Graf
1898-1905	Simplon	20.1 km	Rosemund
1903-1906	Weissenstein	3.7 km	Mathys
1906-1908	Lötschberg	14.5 km	Mathys/Baesclin
1910-1914	Hauenstein	8.2 km	Graf
1911-1914	Grenchenberg	8.6 km	Baesclin

Ende des letzten Jahrhunderts wurde die zunehmende Bedeutung der Wasserkraft zur Stromerzeugung erkannt, womit die Schweiz als bodenschatzarmes Land nicht nur unabhängiger von der Kohle, sondern sogar selbst zur Produzentin von Energie wurde. Der Bau von Staudämmen, Staumauern und Kraftwerken zeugt davon.<sup>10</sup> Beim Bau und zur Überwachung von Staumauern wurden wiederum Vermessungsinstrumente gebraucht. Der Wandel von der Nutzung der Dampfkraft zur Elektrizität zeigt sich auch darin, dass die schweizerischen Bahnen - früher als im übrigen Europa - elektrifiziert wurden.

## HEINRICH WILD, DER HERAUSRAGENDE ERFINDER DES 20. JAHRHUNDERTS

Wenn auch Jakob Kern das Verdienst zukommt, 1819 die erste bedeutende schweizerische Firma im Bereich des geodätischen Instrumentenbaus gegründet zu haben, so basierten die Kernschen Theodolitkonstruktionen auf Vorbildern, die er während seiner Lehr- und Wanderzeit kennengelernt hatte. Die wegweisenden Instrumentenerfindungen aus der Schweiz sind erst im 20. Jahrhundert zu verzeichnen. Zu Beginn des Jahrhunderts hat vor allem die schweizerische Grundbuchvermessung einen Anstoss zur Entwicklung von optischen Distanzmessern gegeben. Es gab fast einen Wettstreit der verschiedenen Erfindungen, die mit Zentimeter-Genauigkeit Distanzen und damit auch Koordinaten bestimmen sollten.

In dieser Zeit setzte sich auch Heinrich Wild intensiv mit den bestehenden Theodolitkonstruktionen auseinander und machte bereits während seiner Dienstzeit bei der Schweizerischen Landestopographie (1900-1907) Verbesserungsvorschläge für die dort eingesetzten Theodolite. 1907 wurde ihm das schweizerische Patent für die diametrale Kreisablesung erteilt. Die Verwirklichung dieser Idee wurde von der Landestopographie sowohl bei Kern in Aarau als auch bei Wanschaff in Berlin in Auftrag gegeben, wobei der bei Kern zu konstruierende Theodolit wohl nicht fertig wurde und der Wanschaff-Theodolit nicht zufriedenstellen konnte.

Die weiteren Innovationen von Heinrich Wild sollen hier nur gestreift werden, da sie in zahlreichen Publikationen eingehend gewürdigt sind.<sup>11</sup> Mit seinem ersten, ab 1921 in Heerbrugg gebauten Theodoliten WILD T2 konnte er die in Deutschland bei Carl Zeiss in Jena begonnenen Konstruktionen weiterführen. Der T2 ist mit über 90'000 Exemplaren weltweit der erfolgreichste optische Theodolit.

Die bereits von Porro (1857) patentierte Innenfokussierung wurde von Wild zur Verbesserung der Fokussierung erfolgreich im Theodolitbau eingesetzt. Die Koinzidenzlibelle, ein modernes Achssystem sowie die diametrale Ableseung und das optische Mikrometer waren die wegweisenden Neuerungen dieses Instrumentes, welches in dem genaueren Wild T3 konstruktiv fortgesetzt wurde.

Die Gründung und vor allem die Führung der Firma Wild Heerbrugg verliefen jedoch nicht ohne Probleme. Heinrich Wild legte den Grundstein zu seiner Firma im Umfeld einer Krise der Stickereiindustrie im Rheintal. In einem stillgelegten Stickereilokal startete er die Produktion der ersten Vermessungsinstrumente. Bereits drei Jahre nach Gründung der Firma war eine wirtschaftliche Sanierung notwendig.<sup>12</sup> In der Folge führten diese Ände-

rungen dazu, dass sich Heinrich Wild von seiner neu gegründeten Firma trennte. Die nahezu unerschöpflichen Ideen von Heinrich Wild wurden später in der Zusammenarbeit mit Kern Aarau weitergeführt, wo auch die berühmte DK-Baureihe (DK1, DK2, DKM2, DKM3) entstand.

Nach dem Tod von Heinrich Wild wurden bei Kern Aarau und bei Wild Heerbrugg seine Grundgedanken weitergeführt. Insbesondere die Theodolitachskonstruktionen entwickelten sich in der Schweiz von den kugellagergestützten Zylinderachsen über die Planlager der Kern DK-Baureihe zu den heutigen vorgespannten Kugelbuchsenlagern. Hier gibt es wiederum einen Bezug zur chemischen Industrie: Auf der Basis von Theodoliten wurden Spektrometer hergestellt. Für dieses Spektrometer waren jedoch die herkömmlichen Theodolitachsen zu schwach und mussten daher durch vorgespannte Kugellager ersetzt werden, wie sie inzwischen zum Standard geworden sind. Neben den bekannten Theodolitkonstruktionen entwickelte Heinrich Wild 1923 den Phototheodolit weiter, der die Kombination von terrestrischer Kamera und Theodolit in einem Instrument realisierte.<sup>13</sup>

## **DIE VERÄNDERUNGEN DES 20. JAHRHUNDERTS**

Das 20. Jahrhundert ist durch eine Konzentration innerhalb der Vermessungsinstrumentenindustrie gekennzeichnet. Die Firmen Schenk, Usteri, Ebner, Pfenninger, Coradi, Amsler-Laffon usw. sind inzwischen erloschen, andere haben im Zuge des wirtschaftlichen Drucks und der Globalisierung fusioniert. So wurde 1988 die Firma Kern im Wild-Leitz-Konzern eingegliedert, der nach weiteren Fusionen mit Cambridge Industries den Namen Leica übernahm. Zehn Jahre später wurde auch dieser Konzern in verschiedene Firmen aufgeteilt und ist inzwischen nicht mehr in schweizerischem Besitz.

In der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts veränderten vor allem die Elektronik und später die Informatik die Industrielandschaft der Schweiz. Weitere Automatisierungs- und Rationalisierungsmassnahmen führten in den achtziger Jahren auch in der Schweiz bei den Fertigungsabläufen zu einer Verdichtung quer durch alle Industriezweige. Bei Leica wurden neuartige Absolutencoder entwickelt, die mit Hilfe eines Zeilensensors ein Bitmuster auf dem Teilkreis abtasten. Weiterhin ist diese Epoche in der Vermessung durch die zunehmende Integration von Theodolit und elektronischem Distanzmesser zum elektronischen Tachymeter charakterisiert.

In der industriellen Messtechnik konnten Theodolite neue Anwendungsgebiete erschliessen. So wurden für Spezialaufgaben elektronische Theodoliten motorisiert und in der Industrievermessung oder bei der permanenten Über-

wachung von Deformationen eingesetzt. In den achtziger Jahren wurden in der Schweiz erstmals panfokale Fernrohre in Theodoliten eingebaut. Der zoomartige Effekt ermöglicht es, in jeder Distanz die optimale Vergrößerung des Ziels zu bekommen. Die Entwicklung von Videotheodoliten, d.h. die Kombination von Videokamera und Theodolit im Wild TM3000V beziehungsweise Kern Space kann man als legitime Nachfolger der Wildschen Phototheodoliten ansehen.

Analog zur gesamten technischen Entwicklung musste auch die Fertigung von Theodoliten in der Schweiz in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts grundlegend modernisiert werden. So werden heute Theodolitenteile auf flexiblen Fertigungssystemen hergestellt, nachdem sie mit Hilfe von Computer-Aided-Design-Methoden konstruiert und die Stabilität mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode berechnet worden ist. In der modernen Montage werden mit prozessoptimierten Abläufen mehrere Theodoliten gleichzeitig auf Rundtaktmaschinen gefertigt. Die anschliessende vollautomatische Qualitätsprüfung der elektronischen Winkelabgriffe ist ebenfalls erstmals in der Schweiz mit einer Theodolitprüfmaschine realisiert worden.

## **SCHLUSSBEMERKUNG**

Obwohl die Industrialisierung der Schweiz weitgehend in ähnlichen Zyklen verlaufen ist wie in den umgebenden Ländern, so sind doch mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts im geodätischen Instrumentenbau sehr innovative Entwicklungen zu verzeichnen, die die Grundlage für einen bis heute erfolgreichen Instrumentenbau gelegt haben. Gerade aus einer besonderen Situation im Zentrum von Europa ist nach einer Phase des Lernens eine eindrucksvolle Innovationskraft entstanden. Die Produktionsstätten von Vermessungsinstrumenten führten zudem auch zu positiven Wechselwirkungen innerhalb einer Region. Die Ausbildung von Nachwuchskräften bewirkte eine Erhöhung des Technologiestandes, was wiederum im Raum Aarau und später auch in Heerbrugg die Entstehung einer Vielzahl von feinmechanischen und optischen Werkstätten zur Folge hatte.



Tabelle 2: Meilensteine der Vermessungsinstrumentenindustrie in der Schweiz

<i>Jahr</i>	<i>Industrialisie- rungsschritte</i>	<i>Ingenieur- hauwerke</i>	<i>Vermessung</i>
1760 ca.			Erster Theodolit der Schweiz von Jaques Paul, Genf
1812			Gründung der Firma Schenk (Ulrich und Christian), Bern-Worblaufen
1819	Krise der Messer- industrie und Wandel der Seiden- industrie in Aarau		Gründung der Firma Kern, Aarau
1823			Amsler-Laffon, Jacob (1823-1912), Genf
1839	Industrialisierung der Uhrenindustrie		
1852	Bundesgesetz über den Bau und Betrieb von Eisenbahnen im Gebiet der Eidgenossenschaft		
1856		Eröffnung des Hauenstein- tunnels	Amsler-Laffon, Alfred (1857-1940), Schaff hausen
ab 1880	elektrische Energie		
1882	erste automatische Drehbank	Eröffnung des Gotthardtunnels	
1877			Gründung der Firma Coradi, Zürich
1890	Beginn der chemi- schen Industrie in Basel		
1894	von Roll gegründet	Bau von Brücken, Zahnstangen für Eisenbahnen	
1890			Gründung der Firma Pfister und Hermann Bern
1900		Eröffnung des Simplontunnels	
1909			Wild Patent «diametrale Ablesung»
1910			Distanzmesser von Zwicky
1912	Beginn Schweiz. Grundbuch- vermessung		
1913		Eröffnung des Lötschberg- tunnels	
1916			Distanzmesser von Werfeli
1919			Distanzmesser von Leemann, Kantonsgeometer Schweiz. Patent

1921	Krise der Stickereiindustrie im Rheintal	Gründung der Firma Wild Heerbrugg
1923		Doppelbildreduktions-Tachymeter von Wild
1924		Doppelbildreduktions-Tachymetervon Aregger bei Kern
1925		Doppelbildreduktions-Tachymeter von Bossard (St. Gallen) für Carl Zeiss
1965		Codetheodolit mit photographischer Ab- lesung von Kern
1968		Wild DI 10. Erster Schweiz.-franz. Auf- satzdistanzmesser für Theodoliten
1978		Erster Schweiz. elektronischer Tachyme- ter TO von Wild 1980
1980		Eröffnung des Gotthardstrassen- tunnels
1981		Elektronische Präzisionstheodolite von Kern (Ei) und Wild (T2000)
1981		Vorgespannte Kugellagerachsen in Theodoliten
1986	Beginn des PC- Zeitalters	Informatiktheodolite, motorisierte Theodolite, Videotheodolite
1987		Wild-Magnavox GPS WMioi/WMioa, erste vollautomatische Theodolitprüfmaschine (TPM) bei Wild
1988	Globalisierung der Industrie	Fusion Wild und Kern zu Wild-Leitz, später Leica
1989		Entwicklung von Spezialtheodoliten (Lasertracker) für industrielle Anwendungen
1990		Erstes Digitalnivellier der Welt von Leica, Heerbrugg
1995		Robotertheodolite
1998		Die Firma Leica wird aufgeteilt und an ver- schiedene Investoren verkauft.

# Anmerkungen

- 1 Stolz Peter: Industrialisierung und Innovation in Grossbritannien und der Schweiz, Basel 1994.
- 2 Dickinson Henry W.: James Watt and the Steam Engine, Birmingham 1919.
- 3 Häflinger Lorenz: Beiträge der Schweiz zur Technik, Oberbözing 1991.
- 4 Zusätzlich zur zitierten Literatur liegen dem Beitrag die folgenden Werke zu Grunde:  
Bärtschi Hans-Peter: Das industrielle Erbe und die Schweiz, Basel usw. 1998; Fechtig Robert und Kaiman Covari: Historische Alpendurchstiche in der Schweiz, Zürich 1996; Rudolf & August Rost 1888-1888. Festschrift, Wien 1988; Sigrist Rudolf und Urs Baumgartner: 100 Jahre Stadtvermessung, St. Gallen 1983; Vogel Paul: 150 Jahre Kern, Aarau 1969; Wagner Friedrich: Entwicklungsgeschichte der optischen Entfernungsmesser mit Latte im Zielpunkt, München 1969.
- 5 Engelsberger Max: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Theodolits, München 1996.
- 6 Engelsberger (wie Anm. 5).
- 7 Minow Helmut: Historische Vermessungsinstrumente, Wiesbaden 1990.
- 8 Pörtner Rudolf: Sternstunden der Technik, Düsseldorf, Wien 1986.
- 9 Pfister Christian: Geschichte des Kantons Bern seit 1798, Bern 1997.
- 10 Vischer Daniel und R. Sinniger: Wasserkraft in der Schweiz, Zürich 1998.
- 11 Kobold Fritz et al.: Heinrich Wild 1877-1951, Zürich 1977.
- 12 Härry Hans: Bekanntschaft mit dem ersten Stereoautographen, in: 50 Jahre Wild Heerbrugg, Festschrift 1921-1971, Heerbrugg 1971.
- 13 Fülcher Peter: Photogrammetrie in der Schweiz, Bonn 1996.



# **DARSTELLUNGSFORMEN VERMESSENER LANDSCHAFTEN**

## **EIN ÜBERBLICK ÜBER DIE AMTLICHE KARTOGRAPHIE DER SCHWEIZ IM 19. JAHRHUNDERT**

**HANS-ULI FELDMANN**

Erste Projekte, die Schweiz umfassend trigonometrisch zu vermessen, reichen bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zurück, wobei der «Atlas Suisse» von Johann Rudolf Meyer (1739-1813), Johann Heinrich Weiss (1759-1826) und Joachim Eugen Müller (1752-1833) als ein erster erfolgreicher Schritt zu einem gesamtheitlichen und zudem privat finanzierten Kartenwerk bezeichnet werden kann.

## **ERSTES EIDGENÖSSISCHES VERMESSUNGSPROJEKT**

1810 hatten in einer Umfrage der Tagsatzung sämtliche Stände den Nutzen guter Landkarten, «an denen bis dahin in der Schweiz grosser Mangel war, für Civil- und Cameralbehörden wie auch [für die] eidgenössischen Defensionale» erkannt.<sup>1</sup> 1822 beschloss die Tagsatzung, dem Oberstquartiermeister die Oberaufsicht über die trigonometrischen Vermessungen zu übertragen. Damit hatte Hans Conrad Finsler (1765-1841) endlich die Möglichkeit, seine Idee für ein gesamteidgenössisches Vorgehen mit der Erstellung eines befriedigenden und einheitlichen Kartenwerkes umzusetzen. Widrige Umstände verschiedenster Art, so zum Beispiel ständiger Geldmangel und politische Wirren, verhinderten ein planmässiges Vorankommen. Erst als Guillaume-Henri Dufour (1787-1875) aus Genf am 20. September 1832 zum Oberstquartiermeister ernannt wurde, kam das Unternehmen entscheidend in Bewegung. Unter seiner Leitung wurden neue Basismessungen vorgenommen und die Triangulation vorangetrieben. Vor allem aber gelang es, der Tagsatzung die Notwendigkeit vermehrter Geldmittel zur Anstellung von ausgewiesenen Fachleuten glaubhaft darzulegen. Für den weiteren Fortgang seiner Arbeiten erbat sich Dufour 1837 von den Kantonen Informationen über die «merkwürdigsten Höhenverhältnisse», über Messmethoden und über Beobachter dieser Ergebnisse, über Flussgefälle sowie allgemein nützliche Angaben aus Archiven, gelehrten Gesellschaften und von Ingenieuren.

Er forderte die Regierungen auf, dem Beispiel der Kantone Genf und Waadt zu folgen, die sich vom Vorteil einer finanziellen Übereinkunft mit der Eidgenossenschaft hatten überzeugen lassen. Diese liessen «auf ihre eigenen Kosten die Spezialkarten ihrer Kantone aufnehmen, indem sie die Leitung dieses Unternehmens der Militäraufsichtsbehörde unterwerfen, und die Arbeiten mit derjenigen der Generalkarte in Übereinstimmung bringen. Nur dann, wenn dieses Beispiel von anderen Kantonen nachgeahmt wird, kann man hoffen, dass dieses Unternehmen, dessen Beendigung mit Ungeduld erwartet wird, in kürzerer oder länger Zeit, zum Ziel geführt werde.»

Nun begannen sich verschiedentlich Konflikte abzuzeichnen. Auf der einen Seite verlangte Dufour immer vehementer Grundlagen, die vorerst für seine «Topographische Karte der Schweiz» im Massstab 1:100'000 dienen sollten. Andererseits versuchten die Kantone die topographischen Vorlagen mit einem Detaillierungsgrad aufzunehmen, der einer grossmassstäbigen Karte genügt hätte. Zudem traute man - auf Grund der bisherigen Erfahrungen - einer eidgenössischen Lösung nicht allzusehr. So schrieb am 22. Februar 1840 die Behörde des Kantons St. Gallen in einem Brief an Dufour: «Seit längerer Zeit empfinden wir das Bedürfniss eine auf genauen Vermessungen beruhende Spezialkarte unseres Kantons. Noch in weiter Ferne erscheint uns die durchgreifende topographische Vollendung der seit Jahren von Seite der Eidgenossenschaft angeordneten trigonometrischen Arbeiten zu liegen, um bis zu jenem Zeitpunkt mit Ausfertigung der projektierten Karte zuwarten zu sollen.»

## TOPOGRAPHISCHE AUFNAHMEMETHODEN

Ein Phänomen, das sich teilweise bis auf den heutigen Tag weiterverfolgen lässt, ist der Drang zur Erhebung und Wiedergabe möglichst genauer Daten, auch wenn diese dem Kartenbenützer gar nicht dienen oder von ihm nicht einmal registriert werden. Dass diese extreme Genauigkeit zudem sehr kostspielig und konfliktanfällig ist und war, zeigt eine Mahnung der Kantonsbehörde St. Gallen an ihren Strassen- und Wasserbauinspektor Friedrich Wilhelm Hartmann (1809-1874), der eine Planung und ein Budget für die zukünftige Kantonskarte zu erstellen hatte: «Wir empfehlen Ihnen hiebei, allzu weitläufige, Zeit und Geld raubende Vermessungen zu vermeiden und vielmehr sich auf eine praktische Sammlung und Zusammenstellung bereits vorhandener Materialien zu beschränken, insbesondere aber fürzusorgen, dass die Haupt- und Gemeindestrassen und grösseren Bäche und Grenzen der politischen Gemeinden richtig eingezeichnet werden.»

Für die vollumfänglich von der Eidgenossenschaft übernommene Aufnahme der Gebirgsblätter im Massstab 1:50'000 erliess Dufour in einer Anleitung für die Geländedarstellung folgende Instruktionen: «Das Terrain wird so genau als möglich mit Horizontalkurven ausgedrückt, welche die Schnittlinien der Bodenoberfläche mit horizontalen Ebenen von 30 Meter Vertikalabstand darstellen, deren Lage bestimmt ist durch die auf der Karte verbreiteten Höhenkoten. [...] Bei der Darstellung des Terrains wird man sich mehr an die Hauptformen als an die kleinen Bewegungen halten, die schon wegen der Kleinheit des Massstabes verschwinden und welche in einem Land mit hohen Bergen nur von geringer Wichtigkeit sind. Man hat sich hauptsächlich zu bemühen, den Charakter jedes Berges deutlich wiederzugeben, indem man soviel als möglich der Natur nachzeichnet und sich dabei vor dem hütet, was man <Manier> nennt. Die Felsen, Felsschründe, Schluchten und Moränen und alle schroffen, unregelmässigen Formen werden durch Schraffierung dargestellt. Die allgemeinen Abhänge, die grossen, mehr oder weniger regelmässigen oder abgerundeten Formen werden im Gegenteil durch Horizontalkurven ausgedrückt, was schneller vor sich geht. Obschon die Kurven keinen anderen Zweck haben, als die Richtung der Schraffen anzugeben, welche später gemacht werden, ist es trotzdem nötig, viel Sorgfalt auf ihre Bestimmung zu verwenden, weil davon die Genauigkeit der dargestellten Formen abhängt. [...] Übrigens wird der Ingenieur sich jeweilen am Orte selbst Rechenschaft geben müssen über die Zeit und die Sorgfalt, welche er für jeden Teil seiner Arbeit zu verwenden hat, um der Terraindarstellung denjenigen Grad der Genauigkeit zu geben, welche der Massstab zulässt.»

Diesen Angaben folgt der Zusatz: «Da die Gletscher vom physikalischen und geologischen Standpunkte aus einen interessanten Teil der Hochalpen ausmachen, wird sich der Ingenieur daran halten, die Grenzen derselben genau zu zeichnen und die mittleren und Endmoränen gut darzustellen. [...] Da diese Spalten gewöhnlich die Abhänge der Gletscher kreuzen und sich desto näher liegen, je grösser die Neigung derselben ist, wird ihre Darstellung die Form andeuten und mit den Horizontalkurven des Terrains einige Analogie haben. Wenn der Gletscher von irgend einer Felsspitze durchdrungen oder durch irgend eine Wand unterbrochen ist, welche seine Gleichförmigkeit stört, so darf man diesen Umstand auf der Karte nicht vernachlässigen. Es wäre sogar angemessen, die beweglichen Steine (erratische Blöcke) zu bezeichnen, wenn dieselben gross genug sind, um dem Massstab nicht zu entgehen.

Was die Moränen betrifft, werden dieselben mit dem Mittel der Schraffen gezeichnet wie die anderen kleinen Bewegungen des Bodens.»<sup>2</sup>

Dufour bemühte sich offensichtlich, den Genauigkeitsgrad der Aufnahme auf den Massstab der endgültigen Karte abzustimmen, einerseits um Kosten zu

sparen, andererseits um mit seinem ambitiösen Zeitplan nicht noch mehr in Verzug zu geraten.

Die damalige Messtischaufnahme, die im Gebirge auf einer geringen Anzahl Fixpunkte aufbaute, liess den Topographen für die Gliederung der Felspartien viel Freiheit. Die senkrechten Wände wurden aufrissähnlich gezeichnet und auf Kosten von umliegenden, als weniger wichtig erachteten Partien stark verbreitert, sodass sie in der Darstellung an Wuchtigkeit gewannen. Die Topographen entwickelten je nach künstlerischer Begabung und Erfahrung eine Felszeichnung, die form- und strukturmässig in der Natur identifizierbar war. Erstaunlich ist die Tatsache, dass einige der Vermessungsingenieure und Topographen, die in den Kantonen des Mittellandes den Auftrag hatten, die topographischen Grundlagen nach den minutiösen Vorschriften Dufours abzuliefern, sich vehement gegen eine Höhenkurvendarstellung wehrten. Ebenso erstaunlich ist es, dass der Hardliner Dufour sich in diesem Bereich nicht durchzusetzen vermochte. Ein wesentlicher Grund für sein Nachsehen war wohl der primär durch finanzielle Sachzwänge eingehandelte Rückstand auf den Zeitplan, dem schlussendlich die ursprüngliche Idee einer flächendeckenden Höhenkurvengrundlage geopfert wurde.

### **«TOPOGRAPHISCHE KARTE DES EIDGENÖSSISCHEN KANTONS AARGAU» 1:50'000**

Der preussische Hauptmann Ernst Heinrich Michaelis (1794-1873) wurde 1837 von der Aargauer Regierung mit der topographischen Aufnahme ihres Kantons beauftragt.<sup>3</sup> Michaelis entschied, in flacheren Gegenden mit geringen Höhenunterschieden die Geländeschraffen, im Gebirge aber die horizontalen Geländeformlinien, die er «geometrische Descriptionslinien der Niveaucurven» nannte, zu verwenden. Er war ein Gegner von äquidistanten Höhenkurven und bevorzugte eine sukzessive Vergrösserung der Kurvenabstände vom Fusse eines Berges bis zum Gipfel hinauf. So kam es, dass er dem Oberstquartiermeister Dufour entgegen den klar definierten Vorgaben 18 farbige Originalzeichnungen mit Schattenschraffen ablieferte.

Weil diese Original-Aufnahmeblätter offenbar sehr rege benützt wurden, forderte die Militärkommission des Kantons Aargau einen weiteren Satz Karten, der in den Jahren 1843 bis 1845 auf Pauspapier kopiert wurde. Bei dieser Version wurde das Gelände gesamtheitlich mit Formlinien dargestellt, die aber nicht den äquidistanten Höhenkurven unserer heutigen Landeskarten entsprechen. Im flachen Gebiet beträgt der Linienabstand etwa sieben Höhenmeter, an den Jurasüdhängen etwa 15 bis 20 Meter.



Der Kanton Aargau hatte, wie auch andere Kantone, seit langem ein grosses Bedürfnis nach einer eigenen, grossmassstäbigen Karte. Dem Verantwortlichen für die eidgenössische trigonometrische und topographische Aufnahme wurde deshalb auch die Erstellung einer Kantonskarte ins Pflichtenheft geschrieben. So bestimmt Art. 14 des Vertrags, den die Aargauer Regierung am 7. Juli 1837 mit Michaelis abschloss: «Auf Verlangen der Militär-Commission besorgt Herr Hauptmann Michaelis zum Behuf des Stiches einer Kantonskarte, die Reduktion der Pläne auf den festzusetzenden kleineren Massstab, die Zeichnung dieser Karte und den Stich derselben durch Meisterhand nach seiner Wahl.»<sup>4</sup>

Als 1842 die topographischen Aufnahmeblätter im Massstab 1:25'000 fast beendet waren, rückte die Suche nach einer geeigneten Reproduktionsart in den Vordergrund. Weil für den Kanton Aargau aus Kostengründen nur eine verkleinerte, einfarbige Ausgabe in Frage kam, mussten die Originalzeichnungen mittels der damals üblichen Quadratgitter-Methode auf den Massstab 1:50'000 reduziert werden. Die so entstandene vierblättrige Stichvorlage ist ebenfalls farbig gezeichnet und zeigt die für Michaelis typische Darstellungsform des Geländes mit Schraffen, kombiniert mit horizontalen, olivbraunen Geländeformlinien von sehr unterschiedlicher Dichte (Abb. 28). Die schwarz gezeichneten Schraffen finden sich vor allem in den terrassenähnlichen Flussebenen.

Nachdem man sich auf Anraten Dufours für den Kupferdruck als Reproduktionsverfahren entschieden hatte, galt es, einen erfahrenen Kupferstecher zu finden. Dies war aber in der Schweiz nicht möglich, da der einzige dafür geeignete Stecher, Rinaldo Bressanini (1803-1864), zu jener Zeit bereits im Topographischen Bureau mit dem Stich der ersten Blätter für die Topographische Karte 1:100'000 beschäftigt war. Michaelis reiste nach Nürnberg und später nach Paris, wo er mit Unterstützung des Schweizer Geschäftsträgers von Tschanner mit Joseph Theodor Delsol, einem Stecher des *Dépot de la Guerre*, handelseinig wurde. Wie damals beim Kupferstich üblich, wurde die Arbeit in verschiedenen Teilschritten unternommen: Zuerst erstellte der Stecher Sellière den sogenannten «Trait», der lineare Elemente wie Strassen, Wege, Grenzen und Einzelhäuser umfasste, sowie das Gewässerbild. Danach folgte die «Schrift» durch J. M. Hacq und anschliessend der Stich des «Terrains» in Schraffen, des Waldes und der Reben sowie deren nachträgliche Ätzung durch Delsol selber. Dank der beim Kupferstich üblichen Zwischenkontrollen, sogenannten «Zustandsdrucken», die von dieser Karte erhalten sind, ist es noch heute möglich, die einzelnen Arbeitsschritte nachzuvollziehen (Abb. 22). Die angewandte Methode der Radierung, die Ätzung, war aber mit etwelchen Risiken verbunden, was sich denn auch beim nordöstlichen

Blatt zeigt, das im Gegensatz zu den andern drei im Druck etwas zu dunkel geriet.

Erstaunlich ist auch das Verantwortungsbewusstsein der damaligen Fachleute, die eine grosse Innovationsbereitschaft zeigten und mit der Suche nach der besten Lösung für ihr Kartenprojekt gleichzeitig eine - zumindest aus heutiger Sicht - mühsame Reisetätigkeit mit Postkutschen ins benachbarte Ausland in Kauf nahmen. Der Stich sowie eine Voraufage von je 200 Exemplaren durch den Drucker Chardon erfolgte in Paris. Weil die originalen Kupferplatten bei einer höheren Auflage Schaden genommen hätten, mussten sie via Aarau nach München transportiert werden, wo Leo Schöninger (1811-1879) mit der erst 1837 erfundenen Galvanotechnik Kupferplatten-Doubletten anfertigte. Von diesem neuen, noch unverstählten Plattensatz wurde dann in Zürich von Rudolf Foppert (1810-1880) die offizielle Auflage von je 1000 Exemplaren auf Papier gedruckt, das man von der Papierfabrik Thurneisen in Basel bezog.

### **«TOPOGRAPHISCHE KARTE DER CANTONE ST. GALLEN UND APPENZELL» 1:25'000**

1841 wurde Johannes Eschmann (1808-1852), der als Oberstleutnant im Quartiermeisterstab bereits für Dufour Triangulationsarbeiten ausgeführt hatte, von den St. Galler Behörden für die topographische Aufnahme ihrer Kantonskarte angestellt. Auch wurde er vertraglich verpflichtet, die Korrekturlesung der Blätter bei der Lithographierung oder beim Kupferstich zu besorgen. Als Musterkarte hatte ihm Dufours «Carte topographique du Canton de Genève» 1:25'000 zu dienen. Bereits im ersten Jahr begann er abzuklären, welche Reproduktionstechnik die bessere wäre. Der Kupferstich hatte gegenüber der Steingravur den Vorteil, dass man grössere Auflagen zu beliebigen Fristen erstellen und Korrekturen leichter ausführen konnte. Als nachteilig erwiesen sich, kurzfristig gesehen, die bedeutend höheren Erstellungskosten. Wie bereits erwähnt, bestand zu jener Zeit in der Schweiz keine freie Kapazität für fachlich einwandfreien Kupferstich. Versuche Eschmanns, seinen talentierten Schüler Johannes Wild (1814-1894) für den Stich zu engagieren, scheiterten am Veto der St. Galler Regierung.

Nachdem sich herausgestellt hatte, dass der Steindruck inzwischen in der Qualität dem Kupferdruck vergleichbar war, wurde Hartmann beauftragt, die Möglichkeiten der Lithographierung im Ausland weiter abzuklären. Eine entsprechende Erkundungsreise führte ihn 1843 nach München, Stuttgart, Karlsruhe und Freiburg im Breisgau. Die Ergebnisse fasste er in einem

aufschlussreichen Bericht zusammen: Im Originalmassstab 1:25'000 werde nirgendwo eine Karte gestochen, die Geländedarstellung erfolge ausschliesslich in der Böschungsschraffenmanier nach der Theorie von Johann Georg Lehmann (1765-1811), die Stecher seien mit einer Höhenkurvenvorlage überfordert. Von allen Experten werde empfohlen, die Karte wegen ständig auftauchender Fragen direkt in St. Gallen stechen zu lassen. Mindestens drei gute Fachleute müssten gleichzeitig tätig sein, und dennoch sei wegen unterschiedlicher Fähigkeiten (Schrift-, Gelände-, Kulturendarstellung) der zeitlich parallele Stich an drei bis vier Steinen eine Voraussetzung. Der Massstab 1:25'000 werde für technische, wissenschaftliche und administrative Belange empfohlen, während der Massstab 1:50'000 für das Publikum genüge.

1846 ergab sich eine glückliche Wendung, indem sich Jakob Melchior Ziegler (1801-1883), «Associé der lithographischen Anstalt von Johann Wurster und Comp.» von Winterthur, - wohl auf Empfehlung von Dufour - um die Übernahme des Druckes bewarb. Johann Ulrich Wurster (1814-1880) war der technische Leiter der Anstalt, während Ziegler als Geldgeber und wissenschaftlicher Betreuer tätig war.<sup>5</sup> Zieglers Zielsetzung war es, Produkte mit grosser Anschaulichkeit herzustellen, die vor allem wissenschaftlichen Zwecken dienten. Die Auftragserteilung für eine derartige Kantonskarte stellte deshalb eine ausserordentliche Herausforderung dar. Ziegler gab sich mit den Vorlagen Eschmanns nicht zufrieden und erstellte zusammen mit seinen beiden Stechern Rudolf Leuzinger (1826-1896) und Johannes Randegger (1830-1900) zusätzliche Feldaufnahmen vor Ort. Mit diesen Ergänzungen versuchte er, das Gelände möglichst naturgetreu und nicht schablonenhaft in die Karte umzusetzen. Seine Idee war eine topographische und gleichzeitig geologisch-morphologische Geländedarstellung - eine damals revolutionäre Wiedergabeform ohne kartenhistorisches Vorbild. 30 Jahre später war sie als «genetische Felsdarstellung» bekannt und wurde hauptsächlich von eidgenössischen Topographen wie Leonz Held (1844-1925), Fridolin Becker (1854-1922) und Xaver Imfeld (1853-1909) angewendet und weiterentwickelt. Anstoss und Unterstützung für diese neue Problemlösung erhielt Ziegler von namhaften Erdwissenschaftlern jener Zeit: von Oswald Heer (1809-1883), Arnold Escher von der Linth (1807-1872) sowie dem Geologen Leopold von Buch (1774-1853) und dem Geographen Carl Ritter (1779-1859) aus Berlin. 1851 beschrieb er seine Theorie wie folgt: «Es muss auch der Topograph mit dem Geognosten sich verstehen lernen. Während dieser nur dann richtige Schlüsse zu ziehen wagt, wenn seine Beobachtungen in genauen Karten vor Augen liegen, so wird jener bei seinen Vermessungen und Zeichnungen naturgetreu arbeiten, indem er in den Bergen das Steigen und Fallen der Schichten und die verschiedenen Bildungen mit einigermaßen sachkundigem Auge anblickt und sich durch das Charakteristische der Massen leiten

lässt. [...] Wir können für unsere Zeichnung in Beziehung auf die Physiognomie der Berge folgende charakteristische Massen unterscheiden:

Die Kalke.

Die Kreidebildung.

Die Conglomerate.

Die Molasse.»

Warum für die Geländedarstellung Schraffen und nicht Höhenlinien verwendet wurden, begründete Ziegler wie folgt: «[Es] trat die nicht geringe Schwierigkeit auf, die sämtlichen Horizontalen durchzuführen, weil nahezu in zwei Dritttheilen des Kantons die Bodenverhältnisse derart Steigungen zeigen, dass auf weite Strecken hin die Niveaulinien in der Zeichnung so nahe gerückt werden, dass deren Menge - auch wenn Farbendruck angewendet worden wäre - für klare Darstellung und den Gebrauch eher schädlich als fördersam hätte werden müssen [...]. Es wurde daher, bei Übertragung des Stiches an den Unterzeichneten, festgesetzt: 1. Die Darstellung des Terrains durch Schraffuren auszuführen, dieselben jedoch genau innerhalb der Horizontalen zu halten, dass durch deren Fugen diese ersetzt seien und jede 10e Horizontale d.h. je von 100 zu 100 Metres eine Niveaulinie, über das ganze Land hingezogen und mit der entsprechenden Höhenzahl bezeichnet werde. 2. Da, wo bei grössern Steigungen, gegen 45° und mehr, die Schraffurlinien zu kurz würden, durften die zwischeninneliegenden Zehn-Metres-Schichten auf 20 Metres hohe erweitert werden.»<sup>6</sup> (Abb. 23)

Dank überlieferter Zustandsdrucke lassen sich auch hier die lithographischen Arbeitsschritte in ihrer Abfolge nachvollziehen: Zuerst wurde der quadratische Kartenrahmen, die Blatteinteilung, das Kilometernetz sowie mit Zirkel die trigonometrischen Punkte unter der Aufsicht von Eschmann konstruiert und graviert. Danach folgte der Stich des Gewässernetzes und der «Situation», d.h. der Strassen, Wege, Grenzen, der gestrichelten Umrandungen der Waldflächen sowie einzelner Häuser zur Andeutung der Lage bestimmter Siedlungen. Anschliessend wurden die «Schrift», zum Teil auch die Zahlen für die Höhenangaben und die Numerierung der Grenzsteine gestochen. Erst nachdem die Probedrucke vom kantonalen Beauftragten verifiziert und entsprechende Korrekturen ausgeführt waren, wurde mit dem Stich der Felsen und der äquidistant angeordneten Schraffen weitergefahren. Am Schluss wurden noch die flächenhaften Signaturen für Laub- oder Nadelwald, Sumpf und Reben hinzugefügt.

Die zusätzlichen, zeitaufwendigen Feldaufnahmen sowie die anfänglich nicht vorgesehene Kartierung des Kantons Appenzell ergab eine derartige Verzögerung, dass 1853, vor der Publikation der 17 Kartenblätter, die inzwischen gebauten Eisenbahnlinien ergänzt werden mussten.

## «TOPOGRAPHISCHE KARTE DES KANTONS ZÜRICH» 1:25'000

Für die Topographische Aufnahme und die Herausgabe der Topographischen Karte des Kantons Zürich wurde der Ingenieur Johannes Wild (1814-1894) verpflichtet. Um die geeignetste Reproduktionsform zu finden, erstellte er zum Teil eigenhändig verschiedene Kartenproben eines Ausschnitts von Pfungen und Umgebung: «Erhöhte Lithographie (Tintenzeichnung auf Stein, 1850)», «Kupferstich (durch H. Müllhaupt, 1848)» und «Vertiefte Lithographie (Auf Stein gravirt, 1850)». Nach diesen einfarbigen Versuchen erfolgte 1851 noch ein «Lithographierter Vierfarbendruck», der schlussendlich als Muster für die 32 Blätter diente.

Die aufwendigste Arbeit war neben dem Integrieren der ausserkantonalen und ausländischen Grundlagen das Pausen, das sogenannte «Calquieren», der Messtischblätter und deren farbgetrennte, passergenaue Übertragung auf vier Lithographiesteine. In Deutschland kannte man damals als Übertragungsverfahren bereits die Gelatinefolie. In der Schweiz hingegen wurde für das Pausen noch ein transparentes «Stroh-» oder «Reispapier» verwendet, das dann zum Kopieren auf den Lithographiestein einseitig mit Röteln eingefärbt wurde.<sup>7</sup>

Noch aufwendiger gestaltete sich die Umarbeitung der Vorlagen im Topographischen Bureau in Genf. Zuerst mussten die kantonalen Messtischblätter, auch «minutes» oder «Minuten» genannt, auf den Blattschnitt der Eidgenössischen Karte umgezeichnet werden. Diese Umzeichnungen im Massstab 1:25'000 entsprachen flächenmässig einem Sechzehntel der späteren Karte 1:100'000. Danach mussten sie zur Stichvorlage in den Endmassstab reduziert und die Geländedarstellung in einer einheitlichen Schraffenform gezeichnet werden. Erst jetzt konnte man den Karteninhalt mittels «Calques» und Nadeln seitenverkehrt auf die Kupferplatten übertragen. Entsprachen Umzeichnungen oder die abgegebenen Messtischblätter den vertraglichen Auflagen zwischen der Tagsatzung und dem entsprechenden Kanton, kennzeichnete Dufour die Reinzeichnungen mit «Pour copie conforme».

Die 32 Blätter der Topographischen Karte des Kantons Zürich waren von allen Kantonskarten die messtechnisch genauesten, und sie wurden gleichzeitig auch am aufwendigsten reproduziert. Für die Geländedarstellung beschränkte man sich auf braune Höhenkurven mit einer Äquidistanz von 10 Metern, aber noch ohne Reliefschummerung (Abb. 24). Der Grund für das im Vergleich zu den anderen Kantonen kleine Kartenformat ist in der damals noch relativ neuen Technologie des mehrfarbigen Steindruckes zu suchen. Auch so hatten die Lithographiesteine aus dem deutschen Solnhofen bereits eine re-

spektable Grösse von ungefähr 58 x 41 Zentimetern und eine Dicke von fünf bis sechs Zentimetern, was ein Gewicht von ungefähr 40 Kilogramm pro Stein ergab. Diese mehrfarbige, gut lesbare Karte diente einige Jahre später als Vorbild für das zweite gesamtschweizerische Kartenwerk «Topographischer Atlas der Schweiz» im Massstab 1:25'000 bzw. 1:50'000, erstellt von 1870 bis 1910, initiiert durch Oberst Hermann Siegfried (1819-1879).

### **«CARTE TOPOGRAPHIQUE DU CANTON DE VAUD» 1:50'000**

Die zwölf Blätter umfassende Karte des Kantons Waadt 1:50'000 wurde erst zwischen 1882 und 1885 herausgegeben, wobei man sich ebenfalls für eine Ausgabe mit Höhenkurven entschied. Heinrich Müllhaupt (1820-1894) stach die Höhenkurven mit einer Äquidistanz von 16 Metern. Diese unübliche Masseinheit ergab sich aus der topographischen Aufnahme, wofür man den Nachbarkanton Genf mit einer Grundlage von 1:12'500 und vier Metern Kurvenabstand als Beispiel nahm. Weil man sich aber im Kanton Waadt nach wie vor nicht einig war, ob eine Höhenkurvendarstellung auch wirklich von jedermann richtig interpretiert werde, publizierte man gleichzeitig eine zweite Ausgabe mit bewährter Schattenschraffendarstellung. Zu diesem Zweck erstellte man von den Kupferplatten nach dem Stich von «Situation» und «Schrift» im Galvanoverfahren Doubletten, auf denen dann parallel die Höhenkurven bzw. die Schraffen ergänzt wurden.

### **«TOPOGRAPHISCHE KARTE DES KANTONS LUZERN» 1:25'000**

Durch ähnliche Bedenken verunsichert, entschieden sich die Behörden des Kantons Luzern für eine spezielle Lösung. Von 1864 bis 1867 erstellte Ernst Rudolf Mohr (1821-1885) die zehn Blätter für die Kantonskarte im Massstab 1:25'000, mit einer Höhenkurvendarstellung von zehn Metern Äquidistanz und druckte in dieser Variante eine erste Auflage. Weil aber das Ergebnis in dreidimensionaler Hinsicht die Befürworter der Schraffenmanier nicht befriedigte, wurde auf den gleichen Platten vom Kupferstecher mit einer sogenannten «Roulette» noch eine feinpunktierte Reliefschummerung hinzugefügt.<sup>8</sup> Durch diese Ergänzung verlor man zwar den Zustand der originalen Höhenkurvenkarte. Dieser war aber vermutlich angesichts einer plastischen Reliefdarstellung gar nicht mehr gefragt (Abb. 25 und 26).

Vorbild für diese Reliefdarstellung könnte die mehrfarbige Exkursionskarte «Karte der Gebirgsgruppe zwischen Lukmanier & La Greina» 1:50'000 gewe-

sen sein, die der Schweizer Alpen-Club (SAC) 1865 als dritte Karte in seinem Verlag herausgegeben hatte (Abb. 27). Erstmals wurden darin die braunen Höhenkurven mit einer grauen Reliefschattierung kombiniert, zusammen mit sehr schön herausgearbeiteten Felszeichnungen, wie sie in der Dufourkarte wegen ihres Massstabs und der einfarbigen Drucktechnik nicht möglich waren. Diese Karte wurde von Johann Georg Steinmann (1824-1886) gezeichnet und von Rudolf Leuzinger in Stein graviert.

## ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von den verschiedenen, um die Mitte des 19. Jahrhunderts erstellten Kantonskarten können zusammenfassend folgende Schlüsse gezogen werden:

Trotz genauer Richtlinien gelang es Dufour (von einigen Ausnahmen abgesehen) nicht, von den Kantonen in der Darstellung einheitliche und im Format dem Blattschnitt der eidgenössischen Karte angepasste Vorlagen zu erhalten. In den meisten Fällen waren es praktische oder finanzielle Gründe, die den Ausschlag gaben.

Die vom sächsischen Militärtopographen Johann Georg Lehmann entwickelte Böschungsschraffenmanier - nach dem Prinzip «je steiler, desto dunkler», unter Annahme einer senkrechten Beleuchtung - wurde in der Schweiz nie konsequent angewendet. Diese selbst in Deutschland zum Teil heftig kritisierte Methode, für eine Geländeneigung bis zu  $45^0$  ausgelegt, eignete sich für die Alpenländer schlecht.

Stattdessen setzte sich in der Schweiz die Geländedarstellung mittels Schattenschraffen durch, die Dufour nach französischem Vorbild, insbesondere der «Carte topographique de l'île de Corse» von 1824, weiterentwickeln Hess. Die Steilheit des Geländes wird in dieser Karte ebenfalls durch die Länge und Stärke der Schraffen angedeutet. Gleichzeitig wird aber mit einer fiktiven schrägen Beleuchtung von Nordwesten auch eine eindrücklich plastische Reliefwirkung erzielt.

Die Lithographie wurde bereits 1798 von Alois Senefelder (1771-1834) erfunden. Der Grund, warum dieses Flachdruckverfahren erst 50 Jahre nach seiner Erfindung für mehrfarbige, flächenhafte Kartendarstellungen breite Anwendung fand, war das Fehlen eines geeigneten, über eine besondere Oberflächenstruktur verfügenden Papiers. Ebenso wichtig für einen rationellen Auflagedruck war die Entwicklung der Steindruckschnellpresse mit Farbwerk und Farbverreibetisch zur automatischen Einfärbung des Lithographiesteins.

Die topographische Aufnahmetechnik war gegen Ende des 19. Jahrhunderts

qualitativ an eine Schwelle gelangt, die erst mit der Entwicklung der terrestrischen und später der Luftbild-Photogrammetrie verbessert werden konnte. Es ist zu vermuten, dass zur damaligen Zeit keine genaueren Karten von Bedarf gewesen sind.

Die klare Lesbarkeit des Kartenbildes wurde schon früh als wichtiges Kriterium für die Benutzerfreundlichkeit erkannt. Plastische Geländedarstellung, grosser Massstab, geeigneter Kartenperimeter und aussagekräftige Signaturen bildeten bald eine Standardforderung. Auf der Aargauer Kantonskarte wurden beispielweise fünf verschiedene Möglichkeiten zur Überquerung von Flüssen dargestellt: Nachen für Fussgänger, Fähren für Fuhrwerke, beide je unterschieden mit oder ohne gespanntes Seil sowie «Fliegende Brücken» (Abb. 28). Benutzerfreundlich kann auch die Zeichenerklärung genannt werden. Diese Kartenlegenden wurden zum Teil als separate Blätter gestaltet und gedruckt, insbesondere die zu jener Zeit noch neuartige Schraffendarstellung wurde meist sehr ausführlich erklärt.

Eine praktische Handhabung der Karten war offenbar noch kein Kriterium. Die grossformatigen, wegen ihrer Eigenschaft für den Kupferdruck eher dicken Papierbögen Hessen sich nicht richtig falzen. Eine erste Lösung boten einige clevere Buchbinder an: Während Jahren blieb das Zerschneiden und anschliessende Aufkleben der einzelnen Teile auf Leinwand die einzig brauchbare Methode, um eine handliche und zudem erstaunlich verschleissfeste Karte zu fabrizieren. Nur bei den kleinformatigen Zürcher Kartenblättern, die wegen des farbigen Steindruckes zudem von anderer Papierqualität waren, war eine direkte Falzung möglich.

Die Behörden boten diese ersten topographischen Karten zu populären Preisen an, so dass auch ein gewöhnlicher Bürger in der Lage war, sie zu kaufen. Oftmals waren nur die Druck- und Papierkosten im Verkaufspreis einkalkuliert. Auf diese Weise wurde den Bürgern - ob bewusst oder unbewusst - die Nützlichkeit genauer Karten subtil nähergebracht.

## ZUSAMMENSTELLUNG DER KANTONALEN KARTENWERKE

Die nachfolgend aufgeführten Kartenwerke entstanden aus den Grundlagen für die Dufourkarte. Die Jahreszahlen bedeuten die Zeitdauer des Stiches respektive der topographischen Aufnahme.

*Neuenburg:* topographische Aufnahme von 1838 bis 1845, 1:25'000, zwei Versionen mit je 16 Blättern. Schraffen/Höhenkurven, farbige Originalzeichnungen (nicht gedruckt).

*Thurgau:* 1838 bis 1839, 1:80'000, ein Blatt. Schraffen, Kupferstich, einfarbig.



*Genf*: 1839 bis 1840, 1:25'000, vier Blätter. Schraffen, Kupferstich, einfarbig.  
*Aargau*: 1845 bis 1848, 1:50'000, vier Blätter. Schraffen, Kupferstich, einfarbig.  
*Zug*: 1847, 1:25'000, vier Blätter. Höhenkurven, Steingravur, einfarbig.  
*Freiburg*: 1843 bis 1851, 1:50'000, vier Blätter. Schraffen, Kupferstich, einfarbig.  
*St.Gallen/Appenzell*: 1847 bis 1854, 1:25'000, 17 Blätter. Schraffen, Steingravur, einfarbig.  
*Luzern*: 1864 bis 1867, 1:25'000, zwei Versionen mit je zehn Blättern. Höhenkurven mit/ohne Relief, Kupferstich, einfarbig.  
*Zürich*: 1852 bis 1868, 1:25'000, 32 Blätter. Höhenkurven, Steingravur, Lithographie, vierfarbig.  
*Waadt*: topographische Aufnahme 1848 und von 1852 bis 1885, Publikation von 1882 bis 1885, 1:50'000, zwei Versionen mit je zwölf Blättern. Schraffen und Höhenkurven, Kupferstich, einfarbig.

#### *Anmerkungen*

- 1 Dieses und die folgenden zit. nach Schertenleib Urban: Die topographische Aufnahme des Kantons St. Gallen 1841-1854, in: Cartographica Helvetica 8, 1993, S. 9-22.
- 2 Zit. nach Graf Johann Heinrich: Die Schweizerische Landesvermessung 1832-1864 (Geschichte der Dufourkarte), Bern 1896, S. 259-262.
- 3 Oberli Alfred: Trigonometrisch-Topographische Karte des Kantons Aargau 1:25'000, 1837-1843 (Dokumentation zur Faksimile-Ausgabe), Murten 1991.
- 4 Oberli Alfred: Die Michaelis-Karte des Kantons Aargau 1:50'000, 1837-1849 (Dokumentation zur Faksimile-Ausgabe), Murten 1991.
- 5 Schertenleib Urban: Kartographie in Winterthur. Beiträge der Winterthurer Kartographie-Betriebe zur Methodengeschichte der Kartographie des 19. Jahrhunderts, Winterthur 1994.
- 6 Ziegler Jakob Melchior: Über die Zeichnung und Gebirgsdarstellung der topographischen Karte der Kantone St. Gallen und Appenzell, in: Mittheilungen der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft, Nr. 64, Zürich 1851, S. 3-12.
- 7 Oberli Alfred: Die Wild-Karte des Kantons Zürich 1852-1868, in: Cartographica Helvetica 2, 1990, S. 27-38.
- 8 Cavelti Hammer Madlena, Hans-Uli Feldmann und Markus Oehrli (Hg.): Farbe, Licht und Schatten, Murten 1997.



# DIGITALISIERUNG UND VISUALISIERUNG DER LANDSCHAFT

LORENZ HURNI

In diesem Beitrag soll der Bezug zwischen Virtualisierung der Landschaft und Kartographie aufgezeigt werden. Obwohl der Begriff Virtualisierung erst seit dem Einsatz der Computergraphik grössere Verbreitung findet, sind Karten seit Anbeginn subjektive, virtuelle Abbilder der realen Welt. Die wichtigsten technologischen Etappen der kartographischen Virtualisierung seit dem Altertum werden skizziert und anhand von Beispielen aus der Schweiz und dem Ausland in einen historischen Kontext gestellt. Besondere Aufmerksamkeit wird den letzten 40 Jahren gewidmet: Die rasante Entwicklung der Computertechnik, rasch sich verändernde Benützeranforderungen und unterschiedlichste technische Einflüsse führen zu parallelen, teilweise konkurrierenden Anwendungen wie digitaler, hybrider Kartenproduktion und Geographischen Informationssystemen (GIS). Als aktuelles Beispiel eines neuartigen kartographischen Syntheseprodukts wird abschliessend auf die Multimedia-Version des «Atlas der Schweiz» verwiesen.

## KARTOGRAPHIE UND SUBJEKTIVITÄT

Die moderne Wissenschaft erhebt den Anspruch auf weitestgehende Objektivität. Methoden und Resultate, die auf Subjektivität beruhen, sind ihr suspekt. Als markanter Vertreter des Positivismus ist Frederick W. Taylor zu nennen, der Begründer der Betriebswissenschaft, der 1911 behauptete, «dass eine technische Kalkulation in jeder Hinsicht dem menschlichen Urteil überlegen sei und dass man grundsätzlich der menschlichen Urteilkraft nicht trauen könne, weil sie durch Unklarheit, Mehrdeutigkeit und nutzlose Komplexität beeinträchtigt werde; dass die Subjektivität dem klaren Denken hinderlich sei; dass etwas, das sich nicht messen lasse, entweder nicht vorhanden oder wertlos sei; und dass die Angelegenheiten der Bürger eines Landes am besten von Fachleuten gelenkt und geleitet würden».<sup>1</sup> Dass ein Grossteil der Wissenschaft und Technik heute von diesen (tayloristischen) Ansichten beherrscht werden, legt beispielsweise der amerikanische Gesellschaftskritiker Neil Postman dar. In seinem Werk analysiert und kritisiert er dieses «Technopol», ja beweist sogar dessen Unfähigkeit, auf lange Sicht zu funktionieren.

Diese Überlegungen lassen an den griechischen Philosophen Plato denken, der in seinem berühmten Höhlengleichnis darlegt, dass Dinge und Phänomene, die wir als Teile der «realen Welt» wahrnehmen, grundsätzlich nur Projektionen weitgehend unbekannter Tatsachen und Verhältnisse sind. Wir können also von unserer Umwelt nur schemenhafte, verzerrte Bruchstücke erkennen. Aber auch die Weiterverarbeitung der Informationen erfolgt grösstenteils subjektiv. Um Objekte, Phänomene und Prozesse besser beschreiben zu können, werden deshalb heute häufig wissenschaftliche Modellierungsmethoden angewendet. Auch sie sind im weitesten Sinne ein Ausdruck der von Plato beschriebenen «Unzulänglichkeit» des menschlichen Wahrnehmungsvermögens.

Die Kartographie steht mitten im Spannungsfeld zwischen der Objektivität im Taylorschen Sinn und der Subjektivität nach Platos Höhlengleichnis. In wesentlichen Teilbereichen steht sie absoluter Objektivität offenbar so diametral gegenüber wie kaum ein anderes Wissensgebiet. Sie sieht sich deshalb in jüngerer Zeit auch vermehrt Kritik vor allem aus verwandten Gebieten ausgesetzt. Der Kartograph bedient sich in einem gewissen Masse unscharfer, subjektiver Methoden, um seine Produkte zu erzeugen. Bei der Redaktion und Gestaltung einer Karte oder einer kartenverwandten Darstellung können die Informationen nie vollständig objektiv erfasst, ausgewählt, modelliert und dargestellt werden. Die einzige Objektivität oder Wahrheit existiert nicht. Es müssen immer verschiedene Aspekte dieser Begriffe berücksichtigt werden wie z. B. Genauigkeit, Vollständigkeit, Naturähnlichkeit etc. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die «Persönlichkeit des Bearbeiters [...]». Es gibt meistens nicht nur eine gute [kartographische] Lösung, sondern mehrere brauchbare Möglichkeiten.»<sup>2</sup> Die «Kunst» der Kartographie liegt darin, die Kartenelemente und weitere Einflüsse während des Kartengestaltungsprozesses sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Im Zusammenhang mit topographischen Karten bemerkt beispielsweise Rudolf Knöpfli, alt Vizedirektor des Bundesamts für Landestopographie, dass es in einem ersten Schritt abzuklären gilt, «welche Eigenschaften [des Geländes] für das in Betracht fallende Vorhaben [...] von besonderer Bedeutung sind».<sup>3</sup>

Dem Problem, oder besser der Herausforderung der unvermeidbaren Subjektivität wird auch in der Kartographie mit einer gewissen Standardisierung begegnet: Definierte Arbeitsabläufe bei der Datenerhebung und der Redaktion sowie einheitliche Zeicheninstruktionen bei der graphischen Umsetzung sind dabei die wichtigsten Hilfsmittel.<sup>4</sup> Am Anfang jedes Kartenprojektes stellt sich die Frage nach dem Ziel und dem Verwendungszweck der Karte. Aus einer grossen Menge von Basisdaten muss die relevante Information extrahiert werden. Traditionell werden die Auswahl des Karteninhalts und

dessen graphische Repräsentation getrennt. Eine Interaktion von Inhalt und formalen Aspekten müsste jedoch insbesondere bei der Gestaltung von thematischen Karten berücksichtigt werden. Der Hauptarbeitsschritt in diesem Gestaltungsprozess ist die Suche nach einer angemessenen Darstellung der (ausgewählten) Basisinformation. Nimmt man den Kartenverwendungszweck als Leitgedanken, so handelt es sich hierbei um mehr als nur eine Vereinfachung und Kombination von Elementen des Grunddatensatzes oder der «Realität», z. B. der Erdoberfläche. «Karten sind Abstraktionen. [...] In einer Karte [...] werden die [...] Nachrichten mit abstrakten Merkmalen wiedergegeben.» Abstrakte Merkmale sind solche, «mit denen die zur Auswahl gehörenden Eigenschaften [...] des Gebietes für ein bestimmtes Vorhaben möglichst charakteristisch [beschrieben] werden».<sup>5</sup>

## **KARTOGRAPHISCHE VIRTUALISIERUNG UND VISUALISIERUNG DER LANDSCHAFT - EIN RÜCKBLICK**

Zwischen konventionellen Karten und modernen, multimedialen Karten gibt es aus dem eben beschriebenen Blickwinkel eigentlich nur graduelle, d.h. vor allem technologisch bedingte Unterschiede. Sowohl analoge als auch digitale Karten verkörpern virtuelle Welten und sind damit Scheinwelten, die allerdings geometrisch und bildlich stark mit der «realen Welt» korrelieren.

Erste Ansätze zur Virtualisierung der Landschaft findet man schon in vorchristlicher Zeit. Als erste gesicherte Karte gilt ein mesopotamisches Tontäfelchen um 3800 v. Chr., das den Euphrat und einen Nebenfluss zeigt. Bei den meisten frühen Kartierungen stand wohl das Interesse im Vordergrund, territoriale Besitzstandsverhältnisse und Gebietsansprüche festzusetzen. Bei den Griechen lassen sich dann zwei interessante Richtungen der Kartographie nachzeichnen: Die «praktische Kartographie», welche die Kartierung von Landmassen und Meeren zum Ziele hat sowie die «symbolische Kartographie», derer sich vor allem die Philosophen zur Definition ihrer Weltbilder bedienten. Als klassisches Beispiel ist die Meridianmessung des Eratosthenes um 200 v. Chr. zu erwähnen, die einen Beweis für die Kugelform der Erde erbringt. In der grossmassstäbigen Katastervermessung brachten es bereits die Römer zu staunenswerter Fertigkeit und Genauigkeit. Hingegen blieb die globale Kartierung während des gesamten Altertums und Mittelalters trotz der Entdeckungsreisen auf einem tiefen, sich im Verlaufe der Zeit nur langsam verbessernden Stand bezüglich geometrischer Genauigkeit. Oft wurden mangels besserer Grundlagen symbolische Karten hergestellt, so z. B. die römische Peutingersche Tafel, welche als ein Vorläufer heutiger Routenplaner

Reisedistanzen visualisiert, wie auch die mittelalterlichen Radkarten.<sup>6</sup> Die ebenfalls mittelalterlichen Portolandkarten (Seekarten) weisen eine sehr gute lokale Genauigkeit an den Küsten auf.

Einen eigentlichen qualitativen Aufschwung in der Kartographie lässt sich erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts ausmachen. Eine Ausnahme bilden die Zürcher Instrumentenkonstrukteure um Eberhard, Zubler, Bürgi und Arduser welche u.a. durch die Erfindung des Messtisches bereits in der Mitte des 17. Jahrhunderts die Aufnahme der aussergewöhnlich genauen und modern gestalteten Zürcher Quartier- und Gebietskarten durch Hans Konrad Gyger ermöglichten.<sup>7</sup> Im 18. Jahrhundert wurden nur einige Ansätze für grossflächige, präzise Vermessungen und Kartierungen entwickelt, so z. B. mit den französischen Gradmessungen oder der Schweizerkarte von Scheuchzer, welche allerdings gegenüber den Gygerschen Karten eindeutig als Rückschritt eingestuft werden muss. Im frühen 19. Jahrhundert standen dann erstmals qualitativ genügende Technologien zur Verfügung, um auf Landesgrösse praktisch unverzerrte Aufnahmen in mittleren Massstäben durchzuführen: Die Triangulation mit präzisen Theodoliten bildete das geometrische Grundgerüst. Mit dem Messtisch wurde die Detailaufnahme vervollständigt. Nach einem einheitlichen, grundrissbezogenen Zeichenschlüssel wurde das Kartenoriginal in Kupfer gestochen und anschliessend reproduziert. Die Dufourkarte im Massstab 1:100'000 gilt als Vorzeigebeispiel, das die beschriebenen Verfahren in für seine Zeit unerreichter Qualität vereinigt. Historisch gesehen geht dieser Schritt einher mit dem Versuch der Konsolidierung der Nationalstaaten in Europa im Anschluss an den Wiener Kongress. Der «Sonderfall Schweiz», d.h. die Tatsache, dass die Schweiz in jener Zeit verglichen mit den anderen europäischen Ländern von eher kleineren inneren Wirren betroffen war, aber auch die Begrenztheit und gute Arrondierung des Gebietes begünstigten sicherlich die konsequente technische und gestalterische Umsetzung der Dufourkarte. Gugerli misst ihr sogar eindeutig nationale, integrative Wirkung bei.<sup>8</sup> Nichtsdestotrotz erfolgte die Erstellung hauptsächlich aus militärischen Gründen. Interessant und bezeichnend für deren Qualität ist, dass die Dufourkarte über hundert Jahre ihren Dienst versah und erst in den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts durch die neue Landeskarte 1:100'000 abgelöst wurde. Die Siegfriedkarte mit unterschiedlichen Massstäben für Mittelland und Alpen kann nur als Zwischenlösung zu einer neuen Landeskarte betrachtet werden, da sie weitgehend auf den Feldaufnahmen der Dufourschen Kartierung basiert.

Das 20. Jahrhundert brachte in seiner ersten Hälfte vor allem eine Verfeinerung der Instrumente und Methoden. Fortschritte in der Feinmechanik und Optik ermöglichten den Bau präziser geodätischer und neu auch photogram-

metrischer Geräte. Ein neues schweizerisches Projektionssystem und darauf basierend eine neue Triangulation ermöglichten es, das topographische Grundgerüst weiter zu verfeinern. Wie man mit modernen Methoden nachweisen kann, können zwei Triangulationspunkte je an der West- und an der Ostgrenze der Schweiz mit einer relativen Genauigkeit von etwa drei Metern bestimmt werden, was für die Landeskarte 1:25'000 innerhalb der Zeichengenauigkeit liegt. 1935 wurde in der Schweiz das neue Kartengesetz in Kraft gesetzt, das die Erstellung einer eigentlichen Massstabsreihe von 1:25'000 bis 1:1'000'000 und einer neuen, mehrfarbigen Kartengraphik einleitet. Diesem Entscheid ging ein eigentlicher «Kartenkrieg» voran, in welchem auch so exotische und unhandliche Massstäbe wie 1:33'333 vorgeschlagen wurden, um die Massstäbe 1:25'000 und 1:50'000 einzusparen! Entscheidend für die Wahl der jetzigen Massstabsreihe war unter anderem ein Fachartikel und das vehemente Eingreifen von Eduard Imhof.<sup>5</sup> Ohne ihn würde vermutlich die Landeskarte 1:25'000 heute nicht existieren.<sup>10</sup> Der Erste Weltkrieg war zwar damals bereits überstanden, aber die neuen politischen Konstellationen verhießen unsichere Zeiten. Gesucht war - nebst der allgemeinen Aufgabe als zivile und militärische Mehrzweckkarte - eine Karte, welche für die Zwecke der Artillerie genügend genau war. Optimal wäre dafür die Landeskarte 1:25'000: Eine angenommene Koordinateniesegenauigkeit von 0,2 Millimetern entspräche einer Distanz von fünf Metern im Gelände. Da diese jedoch 249 Blätter verlangt, wurde die Erstellung der Landeskarte 1:50'000 mit nur 78 Blättern vorgezogen, welche auch heute noch die Standardkarte der Armee ist. Als Kompromiss wurde der Generalisierungsgrad relativ gering gewählt. Der Karteninhalt erscheint denn auch aus heutiger Sicht und im Vergleich zu Kartenwerken im Ausland dicht gepackt und schwer lesbar. Das Alter der Karte - das erste Blatt erschien 1938, die Neuerstellung wurde 1964 abgeschlossen - und das mehrfache Umkopieren bei jeder Nachführung haben den technischen Zustand der Karte zudem stark verschlechtert. Die neue Karte konnte allerdings im zweiten Weltkrieg noch nicht verwendet werden, man musste sich auf die Dufour- und die Siegfriedkarte stützen. Die Erstellung der Landeskarte 1:25'000 erfolgte ab 1952 und wurde erst 1978 abgeschlossen. Als technologische Neuerung wurde das Werk anstelle des Kupferstichs in der eigens entwickelten Glasgravurtechnik erstellt. Diese Methode hat sich bis zum heutigen Tag erhalten und wird erst jetzt durch digitale Arbeitsabläufe abgelöst.

## DIGITALE KARTOGRAPHISCHE VIRTUALISIERUNG UND VISUALISIERUNG

Die grösste technische Revolution für die Kartographie in diesem Jahrhundert ist zweifelsohne die Einführung computergestützter Techniken. Die Anwendungen im näheren Umfeld der Kartographie sind allerdings recht dispers und setzten auch zeitlich unterschiedlich ein. In den folgenden Abschnitten sollen deshalb die wichtigsten digitalen kartographischen Technologien vorgestellt und in den historischen und anwendungsorientierten Kontext gestellt werden. In Geodäsie und Katastervermessung wurden computergestützte Methoden erstmals in den sechziger Jahren im grossen Stil angewendet. Man erkannte rasch, dass sich grosse Datenmengen und aufwendige Ausgleichsrechnungen mit den neuen Rechnern rasch und effizient bewältigen lassen. Der Bauboom förderte ihren Einsatz zusätzlich. Allerdings sind vor allem die Ein- und Ausgabegeräte wie Digitalisiertisch und automatischer Zeichentisch sehr teuer und können nur von einigen wenigen spezialisierten Firmen und Institutionen betrieben werden, ein Zustand, der noch bis Anfang der neunziger Jahre anhält! Anfänglich waren die Systeme rein vektorbasiert, d.h. ein Objekt musste mittels Stützpunkten koordinatenmässig erfasst werden. Diese Punkte wurden dann für die Ausgabe mit geraden oder interpolierten Linien verbunden und auf einem Vektorplotter mittels Bleistift, Kugelschreiber, Tuschestift, Gravurwerkzeug oder Schneidmesser ausgegeben. Die Arbeit konnte auf den ersten Systemen nicht auf einem Bildschirm verifiziert werden, an eine interaktive Bearbeitung oder Analyse war nicht zu denken. Ab den siebziger Jahren standen dann vektorielle Speicherbildschirme, etwas später auch Rasterbildschirme zur Verfügung. Die Geräte waren nur zur Erzeugung graphisch einfacher Produkte wie Katasterpläne geeignet. Es ist aber anzumerken, dass in der Schweiz die definitive Zeichnung der Grundbuchpläne wegen deren verbindlicher Rechtskraft bis zur Einführung der Reform der amtlichen Vermessung bzw. des Projekts «Amtliche Vermessung 93» immer noch mittels Tusche von Hand auf aluminiemaufgezogenen Zeichenkarton zu erfolgen hatte. Heute gilt der numerische (virtuelle) Kataster als rechtskräftig und die Ausgabe auf Papier dient meist nur noch zu Visualisierungszwecken. In der klassischen Kartographie konnten die ersten Vektorsysteme und -plotter nur für Teilaufgaben verwendet werden. Komplexe Symbolisierungen und Maskierungen liessen sich nicht realisieren und die Produkte wie Gravuren und Schneidmasken mussten von Hand nachbearbeitet werden. Besserung schaffte Mitte der siebziger Jahre vor allem das System Response250/280 der israelischen Firma Scitex. Dieses ursprünglich für den Textildruck entwickelte Graphiksystem ist zur Hauptsache rasterbasiert, das Kartenbild



wird in feine Bildpunkte aufgelöst. Bestehende Karten konnten nun automatisch - und nicht mehr in aufwendiger Handarbeit - mit einem hochauflösenden Scanner eingelesen und im Rastermodus bearbeitet werden. Neue Kartenelemente beispielsweise wurden so aus photogrammetrischen Auswertungen vektoriell übernommen, intern symbolisiert, gleichzeitig rasterisiert und dann in das gescannte Bild integriert. Die Feinanpassungen zwischen bestehenden und neuen Elementen sowie Löschungen mussten aber durch Retusche von Hand am Bildschirm vorgenommen werden. Ab 1988 führte das Bundesamt für Landestopographie die drei Kartenblätter 1:25'000 Langnau, Romont und Winterthur auf diese Weise nach.<sup>11</sup> Langnau und Romont wurden 1995 sogar noch ein zweites Mal so nachgeführt.

Das Scitex-System konnte sich schlussendlich aus Kapazitäts- und Performancegründen nicht halten, die Entwicklung wurde Mitte der achtziger Jahre eingestellt. Bereits damals setzte sich in Fachkreisen die Erkenntnis durch, dass ein erfolgreiches System sowohl über eine umfassende Vektor- als auch über eine Rasterfunktionalität verfügen muss. Das erste «hybride» System, das um 1990 diese Anforderungen einigermaßen erfüllte, bestand aus einer ganzen Palette von einzelnen Hardwarekomponenten und Softwarepaketen der amerikanischen Firma Intergraph. Grossformatige Geräte der Tochterfirma Optronics dienten gleichzeitig als Scanner und rasterbasierte Filmbelichter. Auf UNIX- (später NT-)Workstations wurde ein aus der CAD-Welt stammendes Vektorprogramm und ein Rastereditor installiert. Das Kartenbild wird wenn immer möglich im Vektormodus aufgebaut, dann wie bei Scitex ebenenweise rasterisiert und symbolisiert, eventuell mit anderen Rasterbildern vereinigt und für die Belichtung farbsepariert. In der Schweiz stehen heute zwei volle kartographische Produktionslinien im Einsatz, die auf diesem System basieren, nämlich am Institut für Kartographie der ETHZ und bei der Firma Orell Füssli Kartographie AG in Zürich.<sup>12</sup>

Die Anlage weist jedoch aus heutiger Sicht zwei Nachteile auf: Der Preis für Beschaffung und Wartung ist sehr hoch und liegt daher für kleine kartographische Firmen meist ausserhalb der finanziellen Möglichkeiten. Am Bildschirm kann das fertige Kartenbild, wie es sich auf der gedruckten Karte präsentiert, nie betrachtet werden, das System ist also nicht WYSIWYG-fähig.<sup>13</sup> Dieses Prinzip wurde in der PC- und Desktop-Publishing-(DTP)-Welt bereits Mitte der achtziger Jahre Realität, nicht zuletzt wegen der Macintosh-Rechner der Firma Apple. Von dieser Seite stammten denn auch die ersten kartographietauglichen, hybriden WYSIWYG-Programme. Schätzungsweise 90 Prozent der freiberuflichen Kartographen in der Schweiz verwenden heute das Standard-Graphik-Programm «Macromedia-Freehand», das eigentlich gar nicht für diesen Zweck entwickelt worden ist! Neue kartogra-

phische DTP-Programme kosten etwa das zwanzig- bis vierzigfache, weisen aber spezifische Funktionen wie hybride Maskierungen, Überdrucke, Unterführungen etc. auf. Am Bundesamt für Landestopographie steht seit 1996 ein solches System im Einsatz, das auf dem französischen Produkt DRY/Nuages basiert. Sämtliche Landeskarten 1:25'000 werden heute digital nachgeführt, die entsprechenden Arbeitsabläufe für die restlichen Massstäbe werden zurzeit vorbereitet.<sup>14</sup>

Mit diesen Technologien ist der Kartograph heute in der Lage, sämtliche kartographischen Arbeitsschritte und Techniken mit Ausnahme einiger Spezialitäten, wie z. B. Relief- und Felsdarstellung, auszuführen.<sup>15</sup> Gegenüber konventionellen Verfahren kann dabei die technische Qualität der Produkte noch verbessert werden. Das Problem der Verschlechterung des Landeskartenbildes durch Umkopieren bei jedem Nachführungszyklus ist mit den modernen Technologien wie hochaufgelöstem Scannen und hybrider WYSIWYG-Bearbeitung gelöst. Erste Erfahrungen am Bundesamt für Landestopographie zeigen, dass grosse Einsparungen vor allem im Reproduktionsprozess zur Erstellung der Druckvorlagen vorgenommen werden können. Der interaktive kartographische Gestaltungsprozess wird bei kompletten Neuerstellungen ebenfalls signifikant verkürzt, bei reinen Nachführungen muss etwa gleich viel Zeit wie bei konventionellen Verfahren aufgewendet werden.

Es muss an dieser Stelle betont werden, dass mit diesen Verfahren im Prinzip nur die bestehenden konventionellen Techniken ersetzt werden, inhaltlich hat sich an den Produkten sehr wenig geändert. Zurzeit werden allerdings an der Landestopographie Anpassungen der Kartengraphik diskutiert, eine Arbeitsgruppe unter der Leitung von Prof. Ernst Spiess, em. Professor der ETH Zürich, hat diesbezüglich kürzlich einen umfangreichen Katalog präsentiert.<sup>16</sup> Insbesondere ist eine neue, stärker generalisierte Graphik für die Landeskarte 1:50'000 erarbeitet worden. In Anbetracht der Kosten ist es allerdings fraglich, ob die 78 Blätter jemals vollständig auf das neue Erscheinungsbild umgearbeitet werden können. In Deutschland sind die Diskussionen um eine neue Kartengraphik weiter fortgeschritten: Bereits sind in verschiedenen Bundesländern einzelne Kartenblätter mit deutlich erhöhten Minimaldimensionen und einem farbigeren Erscheinungsbild erschienen.<sup>17</sup> Daneben werden aber auch neue Zusatzinformationen wie Strassennamen beigelegt. Zumindest in städtischen Gebieten nähern sich somit die topographischen Karten Stadtplänen an. Noch einen Schritt weiter gehen die mit Kartenelementen sparsam angereicherten Luftbildkarten der Luzerner Firma Symplan, die jedoch auf der Rückseite durch konventionelle Karten und Stadtpläne ergänzt sind. Allgemein ist in jüngster Zeit leider eine gewisse Vereinfachung oder sogar «Trivialisierung» konventioneller Kartenprodukte zu beobachten. Dafür sind

vor allem zwei Gründe massgebend: Die Einsparung von Produktionskosten und offenbar eine zunehmende Überforderung bei der Benützung klassischer Karten. Letztere ist wohl eher auf das heutige Überangebot an Information und auf die zunehmend fehlende Ausbildung im Kartengebrauch in Schule und Militär zurückzuführen und kaum auf die Qualität der bisherigen Kartographie.

## **DIGITALE HÖHENMODELLE, VIRTUAL REALITY UND GIS**

Während der letzten 40 Jahre setzten sich auch andere raumbezogene Technologien durch, deren Entwicklung weitgehend neben der digitalen Kartographie erfolgt. Ein starker Motor sind die Computer-Aided-Design-(CAD-) Systeme, welche seit den späten sechziger Jahren die Produktion in praktisch allen konstruktiven Ingenieurbereichen revolutionieren. Als die allerersten digitalen Applikationen im Umfeld der Kartographie können wohl die Versuche von Miller und Laflamme (1958) am MIT zur Generierung digitaler Höhenmodelle (DHM) gelten.<sup>18</sup> Damals fanden solche Programme vor allem Anwendung im gerade aufkommenden Autobahnbau. Übrigens schlug Yoeli bereits 1965 die Verwendung solcher DHMs zur Generierung digitaler Reliefzeichnungen, sogenannter «analytischer Schattierungen», vor.<sup>19</sup> Der Einsatz von DHMs ermöglicht nun erstmals die dreidimensionale, vollständig virtuelle Erfassung eines Teils der Landschaft, oder besser: der reinen Topographie, im Computer.

Obwohl, wie gezeigt, auch Karten virtuelle Repräsentationen der Erdoberfläche sind, wird der Begriff der Virtualität oder der virtuellen Realität praktisch ausschliesslich im Zusammenhang mit computergestützten Verfahren und 3D-Techniken verwendet.<sup>20</sup> Brassel gesteht den neuen virtuellen Welten eine Eigengesetzlichkeit zu, sie werden somit selbst zu einem neuen Teil der Realität. Die Welt wird dadurch nicht leichter erfassbar, sondern der Versuch führt vielmehr zu einer Neudefinition der Wirklichkeit.<sup>21</sup> Womit wir wieder beim Problem der Definition der «realen Welt» und Platos Höhlengleichnis angelangt sind: Die schemenhaft abgebildete Welt wird ein weiteres Mal umprojiziert! Auch der Begriff «Real Virtuality», mit dem aus Computermodellen erzeugte echte 3D-Objekte bezeichnet werden, ist eigentlich nichts Neues, man denke nur an die zahlreichen Reliefmodelle von Imfeld und Imhof. Die ursprünglichen Anwendungen der virtuellen Realität - z. B. in Architektur und bei Computerspielen - haben sich noch nicht in breitem Stil auf die Echtzeit-Visualisierung hochaufgelöster Geländemodelle übertragen lassen. Gründe sind der relativ hohe Preis der Modelle und die grosse Datenmenge.<sup>22</sup>

Neben der reinen Modellierung und Visualisierung von Höhenkomponenten wuchs in und seit den siebziger Jahren auch das Bedürfnis nach einer grundrisslichen Verarbeitung von Objekten der Landschaft. Aus den CAD- und Katastersystemen wurden in den frühen achtziger Jahren die ersten kommerziellen Geographischen Informationssysteme (GIS) auf den Markt gebracht. Sie ermöglichen ebenfalls eine virtuelle Verwaltung raumbezogener Daten. Auch die technische Datenorganisation erfolgte hier einmal mehr virtuell, nämlich auf elektronischen Speichermedien, dies im Gegensatz zur Papierkarte. Die dritte Dimension wird allerdings aus technischen Gründen meist aus der Modellierung ausgeschlossen oder als einfaches Attribut an das Objekt angehängt. Anfänglich vor allem in der Umweltforschung und Planung eingesetzt, haben heute GIS in verschiedensten Bereichen wie Marketing, Verkehrswesen, Kriminalistik, Geologie etc. und auch in unterschiedlicher funktioneller Ausstattung Fuss gefasst. Eine volle, gleichberechtigte Integration und Modellierung von 3D-Daten ist jedoch noch kaum konsequent realisiert. Die Entwicklung der GIS ist, wie bereits erwähnt, an der klassischen Kartographie vorbeigegangen. Vor allem im Bereich der Kartengestaltung, Visualisierung und in der Ausgabe weisen die Geographischen Informationssysteme gegenüber den digitalen Kartographiesystemen schwerwiegende Mängel auf. Es ist zu hoffen, dass Kartographen diese Marktlücke erkennen und ihre Kenntnisse und Dienste zur Veredelung dieser Produkte zur Verfügung stellen werden. In der kartographischen Forschung ist die Synthese zwischen GIS und kartographischen Techniken zurzeit ein wichtiger Schwerpunkt. Wie aus der Anwendungspalette der Geographischen Informationssysteme hervorgeht, werden sehr oft Fakten und Phänomene modelliert, die mit unseren Augen nicht direkt erfassbar und visuell abstrakt sind, oder sogar bereits virtuell als Datensatz vorliegen. Dieser Bereich wird in der Kartographie durch die sogenannte «Thematische Kartographie» abgedeckt.

## **THEMATISCHE KARTOGRAPHIE - EIN ZUSÄTZLICHER ABSTRAKTIONSSCHRITT**

Erste Versuche, thematische Informationen nach Ansätzen zu kartieren, die auch den heutigen Anforderungen standhalten, sind bereits aus dem 18. Jahrhundert bekannt, dies vor allem im Zuge der Zunahme wissenschaftlicher Erkenntnisse und mit dem Einsetzen der Technisierung. Mit Landnutzungs-, Sprachen- und Faunakarten wurden vorwiegend qualitative Merkmale kartiert.<sup>23</sup> Alexander von Humboldt, der Begründer der Pflanzengeographie und der (qualitativ ausgerichteten) Länderkunde, erstellte bereits 1817 mit einer

Isothermenkarte eine quantitative thematische Karte eines Kontinuums. John Snow konnte 1854 anhand einer Punktstreuungskarte mit eingezeichneten Cholerafällen in London den Herd der Epidemie, einen verseuchten Brunnen, identifizieren. Dieses Beispiel kann als eine der ersten GIS-Analysen bezeichnet werden.<sup>24</sup> Die geologischen Karten wurden bereits ab 1881, nach der Konferenz von Bologna, mit einer standardisierten Farbgebung versehen. Auch exakte Gletscherkarten wurden mit dem Einsetzen erster glaziologischer Arbeiten seit Mitte des 19. Jahrhunderts erstellt. Verkehrskarten unterstützten den Aufbau neuer Handels- und Verkehrswege zu Lande und auf dem Wasser. Besondere thematische Karten eher topographischer Natur sind zudem die Touristenkarten, die auf den aufkommenden Tourismusverkehr im allgemeinen und den Alpentourismus im speziellen zurückzuführen sind. Thematische Karten sind seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gebündelt in Schulatlasen anzutreffen, die erstmals günstig produziert und in grosser Zahl an die Schüler verteilt werden konnten. Eine gute Zusammenfassung der Geschichte der thematischen Kartographie bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts und weitere Literaturverweise finden sich in Hake und Grünreich.<sup>25</sup>

Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte die Thematische Kartographie einen weiteren Aufschwung. Eduard Imhof schlug 1941 die Schaffung eines Schweizerischen Nationalatlanten als thematisches Pendant zu den Landeskarten vor, damals sicher ein willkommenes Mittel zur Identitätsstärkung.<sup>26</sup> Allerdings konnte das Projekt «Atlas der Schweiz» erst 1961 in Angriff genommen werden. Es lehnte sich an einen von Salicev und Lehmann propagierten Humboldtschen, länderkundlichen Ansatz an.<sup>27</sup> In den sechziger und siebziger Jahren wurde die Thematische Kartographie in verschiedenen umfassenden Lehrbüchern auch theoretisch untermauert und fand vielfältige Anwendung.<sup>28</sup> Dies ist auf eine Zunahme der Bedürfnisse nach Modellierung, Analyse und Visualisierung von Projekten, Phänomenen und Problemkreisen mit erhöhtem Abstraktions- und Komplexitätsgrad zurückzuführen. Parallel entwickelte sich mit der quantitativen Geographie eine neue Forschungsrichtung, die einen entscheidenden Einfluss auf die Thematische Kartographie ausübt.<sup>29</sup>

Die Papierkarte hat gegenüber einer virtuellen, digitalen Karte verschiedene Nachteile: Sie ist statisch, stellt also nur einen bestimmten zeitlichen Zustand dar. Veränderungen können nur ungenügend visualisiert werden. Die Kartometrie, also das Herausmessen von Informationen aus der Karte, ist erschwert. Zudem sind die Produktions- und Nachführungsmethoden relativ träge. Es verwundert deshalb nicht, wenn seit etwa 15 Jahren in zunehmendem Masse Geographische Informationssysteme die Aufgaben vieler thematischer Karten übernommen haben. Die Nachteile von GIS im kartographischen Bereich sind bereits erwähnt worden. Neben den vergleichsweise hohen Beschaffungs-

und Wartungskosten ist auch die erschwerte Handhabung anzuführen. Die mangelnde Benutzerfreundlichkeit und die Komplexität erfordern teures Expertenwissen zum Bedienen dieser Programme. Mit der Multimedia-Kartographie hat sich hier in jüngster Zeit ein möglicher Ausweg aus dieser Situation und zudem ein neues Betätigungsfeld für den Kartographen eröffnet.

## **MULTIMEDIA-KARTOGRAPHIE ALS MODERNE KARTOGRAPHISCHE METHODEN-SYNTHESE**

«Multimedia-Atlanten», wie die digitalen, interaktiven kartographischen Produkte genannt werden, vereinigen kartographisches Wissen mit GIS- und Multimedia-Elementen wie Bild und Ton. Ormeling unterscheidet drei Atlas-Typen: «View-only Atlanten», «interaktive Atlanten» und «analytische Atlanten».<sup>30</sup> Letztere liegen punkto Funktionalität schon relativ nahe bei einfachen Geographischen Informationssystemen. Der entscheidende Unterschied liegt jedoch in der Benutzerführung dieser Atlanten. Ein interaktiver Atlas mit Analysefunktionen soll umfangreiches Karten-, Bild- und Textmaterial einbeziehen, ein eigenständiges Konzept bezüglich graphischer Gestaltung, Zugang und Nutzung enthalten sowie eine Benutzerschnittstelle anbieten, welche zum Entdecken animiert und durchdachte Navigations- und Orientierungshilfen bereitstellt. Er ermöglicht auch die Integration von interaktiv vergleichenden Aktionen (z. B. dynamischen Veränderungen in Raum und Zeit) sowie den Einbezug von dreidimensionalen Modellen.<sup>31</sup> Ein solches Produkt stellt zusätzliche und neuartige Anforderungen bezüglich Gestaltung von Bildschirmkarten, Benutzerführung und Multimedia-Programmierung an den Kartenautor und Kartenproduzenten. Als Beispiel für dieses modernste kartographische Produkt ist auf die neue Multimedia-Version des «Atlas der Schweiz» hinzuweisen, die zurzeit am Institut für Kartographie der ETH Zürich entwickelt wird (Abb. 29 und 30). Aufgrund des Aufkommens neuer Themen, Daten, Medien und Darstellungsmöglichkeiten sowie der veränderten Ansprüche, (Seh-)Gewohnheiten und Bedürfnisse des Zielpublikums wurde 1995 ein neues duales Konzept für den «Atlas der Schweiz», den thematischen Landesatlas, formuliert.<sup>32</sup> Es beinhaltet im Gegensatz zum bisherigen länderkundlichen Modell auf der Basis eines problemorientierten, vernetzten Ansatzes einerseits eine formal und inhaltlich überarbeitete Print-Version und andererseits eine digitale Multimedia-Version; beide Teile ergänzen sich gegenseitig. Das Produkt wird nach den Anforderungen des Typs «interaktiver Atlas» ausgerichtet und gestaltet. Ein modularer Aufbau nach Haupt- und Unterthemen soll die ständige thematisch-horizontale und inhaltlich verde-

fende, vertikale Erweiterung und Aktualisierung ermöglichen. Und die spätere Parallelbearbeitung der einzelnen Module soll die Bezugnahme zur Print-Version gewährleisten. Mit der Multimedia-Version des «Atlas der Schweiz» sollen sowohl persönliche als auch öffentliche und wissenschaftliche Interessen angesprochen werden und durch die Mehrsprachigkeit sind die potentiellen Benutzerkreise nicht nur auf die Schweiz beschränkt. Die Auslieferung der ersten Multimedia-Version des «Atlas der Schweiz» ist für den Sommer 1999 geplant.

#### *Anmerkungen*

- 1 Zit. nach Postman Neil: Das Technopol, Frankfurt a. M. 1992, S. 59.
- 2 Baumgartner Ulrich: Generalisierung topographischer Karten, in: Schweizerische Gesellschaft für Kartographie (Hg.): Kartographisches Generalisieren, Bern 1990, S. 23-24.
- 3 Knöpfli Rudolf: Die Bedeutung der Ästhetik für die Übertragung von Information, in: Internationales Jahrbuch für Kartographie, Vol. XXX, Bonn 1990, S. 71-79.
- 4 Ausgangspunkt dieser Standards sind auch wieder subjektive Festlegungen, man denke nur an die unterschiedliche Definition der Zeichenschlüssel der amtlichen topographischen Karten verschiedener Länder.
- 5 Knöpfli (wie Anm. 3).
- 6 Grosjean Georges: Geschichte der Kartographie, Bern 1996.
- 7 Weisz Leo: Die Schweiz auf alten Karten, Zürich 1970.
- 8 Gugerli David: Kartographische Aussichten auf den Bundesstaat, in: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Nr. 3, 1998.
- 9 Imhof Eduard: Unsere Landeskarten und ihre weitere Entwicklung, in: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik, Nr. 4, 1927.
- 10 Dies ist z. B. heute in Österreich der Fall.
- 11 Gerber Urs: Der Stand der computergestützten Kartographie beim Bundesamt für Landestopographie, in: Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 4, Wien 1989, S. 79-89.
- 12 Hurni Lorenz: Hard- und Softwarelösungen für die integrierte digitale Kartenproduktion mit Raster- und Vektordaten, in: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Nr. I/108, Frankfurt a. M. 1992, S. 37-54.
- 13 WYSIWYG = «What You See Is What You Get». Faksimilewiedergabe eines gedruckten, digitalen Dokuments bereits auf dem Bildschirm.
- 14 Hurni Lorenz und Rolf Christinat: Hybrid «WYSIWYG» Techniques for Updating the Swiss Topographie Map Series, in: Proceedings of the 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, Stockholm 1997, S. 735-742.
- 15 Hurni Lorenz und Rolf Christinat: Anforderungen an ein modernes digitales kartographisches Produktionssystem, in: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Nr. 9, 1996, S. 473-481.
- 16 Spiess Ernst, Baumgartner Ulrich, Gurtner Martin, Hurni Lorenz und Weibel Robert: Schlussbericht der Arbeitsgruppe «Neue Graphik Landeskarten», Wabern 1998.
- 17 Grimm Wolf gang: Eine neue Kartengraphik für das digitale kartographische Modell «ATKIS-DKM 25», in: Kartographische Nachrichten, Nr. 2, Bonn 1993, S. 61-68.
- 18 Miller C. L. und Laflamme R. A.: The Digital Terrain Model - Theory and Application, in: Photogrammetrie Engineering, Vol. 24, 1958, S. 433-442.
- 19 Yoeli Pinhas: Analytische Schattierung - ein kartographischer Versuch, in: Kartographische Nachrichten, Nr. 4, Gütersloh 1965, S. 142-148.

- 20 Virtualität ist laut Duden eine «innewohnende Kraft oder Möglichkeit», das Adjektiv virtuell bedeutet «der Kraft oder Möglichkeit nach» oder auch «scheinbar».
- 21 Brassel K., Vckovski A. und Schmitt E.: Informatisierung der Geographie, in: *Geographica Helvetica*, Nr. 2, Zürich 1998, S. 43-50.
- 22 Vgl. dazu und zur Geschichte der Höhenmodelle in der Schweiz die Arbeiten von Martin Rickenbacher.
- 23 Witt W.: *Lexikon der Kartographie*, Wien 1979.
- 24 Monmonier Mark: *Eins zu einer Million*, Basel, Boston und Berlin 1996.
- 25 Hake Günter und Dietmar Grünreich: *Kartographie*, 7. Auflage, Berlin und New York 1994.
- 26 Imhof Eduard: Ein schweizerischer geographischer Landesatlas, in: *Archiv für das schweizerische Unterrichtswesen*, Jg. 27, 1941, S. 129-135.
- 27 Salicev K. A.: Nationalatlanten. Vorschläge zu ihrer Vervollkommnung, in: *Petermanns Geographische Mitteilungen*, Nr. 104, 1960, S. 77-88.
- 28 Witt W.: *Thematische Kartographie*, Hannover 1970; Imhof Eduard: *Thematische Kartographie*, Berlin und New York 1972; Arnberger Erik: *Thematische Kartographie*, Braunschweig 1977.
- 29 Brassel (wie Anm. 21).
- 30 Ormeling, Ferjan: Atlas Information Systems, in: *Proceedings of the 17th International Conference of the ICA*, Barcelona 1995, S. 2127-2133.
- 31 Sieber Rene und Hans Rudolf Bär: Das Projekt «Interaktiver Multimedia Atlas der Schweiz», in: *Tagungsband zum Kartographie-Kongress Interlaken 1996*, Bern 1995, S. 211-226.
- 32 <http://www.swisstopo.ch/de/maps/AdS>



# DURCHMESSENE RÄUME - DURCHMESSENE ZEITEN

## DIE EISENBAHN ALS LANDSCHAFTSGESTALTERIN

HANS-PETER BÄRTSCHI

Bahnbauten sind - mit Ausnahmen aus der Anfangszeit - ohne Steilrampen und Abtreppungen Hunderte von Kilometern lang, sie durchdringen und überschreiten Berge und Täler mittels Kunstbauten. Während Landstrassen und Schiffahrtskanäle natürliche Elemente wie harte Bodenflächen, Flüsse, Seen in ihre Streckenführung einbeziehen können, bedingen die Eisenschienen durchgehend einheitliche Kunstfahrbahnen. Die Festlegung der Linienführung von Eisenbahnen hat die Vermessung der Landschaft beschleunigt und das Denken in Richtung einer dreidimensionalen Geometrisierung des Raumes herausgefordert. Die Techniken derartiger Geometrisierungen sind vor dem Eisenbahnbau speziell für den Bergbau und den Strassen- und Wasserbau entwickelt worden.

### «SCHINEN»:

#### SCHIENENBAHNEN UND FRÜHE VERMESSUNG IM BERGBAU

Die früheste bisher in der Schweiz erfasste Schienenbahn kann ins Jahr 1441 zurückdatiert werden: Es handelt sich um eine Grubenbahn mit Holzschienen, die Führung der Wagen erfolgte in der Mitte mit einem Schienennagel. Erhalten sind in einem noch zugänglichen Bereich der 1499 aufgegebenen Bergwerke am Ofenpass Holzteile, deren dendrochronologische Bestimmung das genannte Fälljahr ergab. Rund hundert Jahre später wurde das spätmittelalterliche Bergbauwissen in zwei berühmten Werken zusammengefasst: Über den Tiroler Bergbau erschien ab 1556 das «Schwazer Bergbaubuch» in zwölf handgeschriebenen Exemplaren.<sup>1</sup> Gleichzeitig gingen in Basel die zwölf Bücher von Georg Bauer - vorerst auf lateinisch unter dem Autorennamen Georgius Agricola - in Druck.<sup>2</sup> Beide Werke erläutern das System der frühen Holzschienenbahnen und weisen bereits ausführliche und wichtige Inhalte zum Vermessungswesen auf. Während die Schienen damals noch «Gestänge» genannt wurden, war der Begriff «Schine» bei den Tirolern der Messschiene zugeordnet. Zwei seiner Bücher widmet Agricola fast ausschliesslich der Messtechnik: Band vier der flächen-

treuen Absteckung der Grenzen von Grubenrevieren, Band fünf der Triangulation in vertikaler Richtung zur Erschliessung der Bodenschätze. Messlatte, Bleilot, Waage, Kompass und Kreisscheibe dienten den «Schinern» oder «Markscheidern» als Instrumente, um mittels der Dreieckslehre Stollen in die richtige Richtung ins Berginnere zu treiben. Dass dabei die grossen Förderstrecken noch mit Schienenbahnen versehen wurden, war nicht der Hauptzweck der Vermessung, sondern lediglich eine nicht unwesentliche Transporterleichterung für die Bergleute, die ihre «Hunte» - so hiessen die Grubenwagen - von Hand stossen mussten. Allerdings setzte der Einbau solcher Schienenbahnen Vermessung und Bau von Strecken ohne starke Gefälle und enge Kurven voraus. Der antike bis hochmittelalterliche Bergbau folgte den natürlichen Gängen der Bodenschätze, was labyrinthische Bergwerke ergab, die sich für Schienenbahnen nicht eigneten.

### **EISENBAHNEN: MIT IN SICH GESCHLOSSENEN KUNSTFAHRBAHN-SYSTEMEN RÄUME SCHNELLER ERSCHLIESSEN**

Die Anfänge der modernen Schienenwege setzten ein mit den Versuchen, Dampfmaschinen und ihre Energiespender, die Kessel, auf Schienenwagen zu konstruieren. Die Absicht, Menschen- und Pferdekraft durch Maschinenkraft zu ersetzen und zu steigern, revolutionierte das Transportwesen zwangsläufig. Die sich selbst bewegenden Dampfmaschinenwagen waren so schwer, dass Holzschienen nicht mehr genügten. Ihr Eigengewicht und das höhere Anhängengewicht, ferner die Reibung zwischen Rad und Schiene liessen nur noch minimale Steigungen zu. Bei Talfahrten bewegt sich der Zug mit seiner eigenen Schwerkraft, doch entsteht da das Bremsproblem. So entsprechen im Normalfall maximale Gefälle den maximalen Steigungen. Es dauerte einige Jahrzehnte, bis Techniker und Vermesser mit diesen neuen Randbedingungen ein Gesamtsystem zum Funktionieren brachten (Abb. 3). Die Eisenbahn war die vor allem in England konsequent weiterentwickelte Grubenbahn, wie sie seit dem Spätmittelalter bekannt war. Ab 1767 entstanden für Englands Grubenbahnen verschiedene vollständig eiserne Schienen-Rad-Systeme: solche mit ungenauen Spurweiten und mit Wagenführung mittels losen Doppelspurkranzrädern auf festen Achsen; solche mit aussenliegenden Spurkränzen; aber auch - weil man der Adhäsion nicht traute - Dampfswagen mit Zahnradantrieb für die Ebene. John Blenkinshops Kohlengrubendampfwagen von 1812 beispielsweise bewegte sich mit einem seitlichen Zahnradantrieb. Bis 1825 fand dann - ebenfalls in England - eine definitive Systemklärung statt, die Grubenbahn zwischen Stockton und Darlington setzte der Eisenbahn weltweit die Normen: Die normale Spurweite sollte 1422,5 Millimeter betragen, die maxi-

male Steigung 12,5‰. Angesichts der starrachsigen Lokomotiven und Wagen wurden Kurvenradien von 500 bis 600 Metern angestrebt. Um Schienenbrüchen vorzubeugen, mussten die Materialqualitäten, die Dimensionen der Profilschienen (anstelle der zuvor verwendeten Plattenschienen) sowie die maximalen Achslasten festgelegt werden. Die Last pro Längeneinheit war entscheidend für die Dimensionierung von Unterbau und Brücken. Der erfolgreiche Dampfwagen der Stockton-Darlington-Eisenbahn hiess nun «Locomotion» und gab dem Fahrzeug künftig seinen Namen. Ein in sich vollständig geschlossenes System war entstanden, das seine Rentabilität und - mit dem zusätzlich eingeführten Schienenpersonenverkehr - seine Popularität schon in den ersten Betriebstagen bewies. Den Durchbruch erlebte die Lokomotiv-Eisenbahn mit dem berühmten Rainhill-Wettbewerb, mit dem 1829 die schnellste, stärkste und sicherste Lokomotive für die erste Vollbahn der Welt zwischen Manchester und Liverpool gesucht wurde. Es gewann Robert Stephenson mit seiner Rocket. Um die Reibung zwischen Rad und Schiene zu optimieren, wurde übrigens bei gleichem Radstand wie in Stockton die Schienenspurweite um 12,5 Millimeter erweitert, so dass die heutige Normalspur von 1435 Millimetern zustande kam.<sup>3</sup>

## **VERMESSENE NATUR: VORAUSSETZUNG FÜR DIE TRASSEABSTECKUNG**

Die Planung einer Eisenbahnlinie setzt voraus, dass die Topographie bekannt ist. Die Natur muss vermessen sein oder vermessen werden. Die ersten Bahnprojekte fielen in der Schweiz in die Zeit der ersten eigenständigen Landesvermessungen. Nicht zufällig tauchen Namen von Vermessungsspezialisten auch im Eisenbahnbau wieder auf. So setzte sich der Leiter der Aufnahmen für das erste gesamtschweizerische Kartenwerk (1832-1864), Guillaume-Henri Dufour,<sup>4</sup> erfolgreich für den ersten internationalen Schienenanschluss der Schweiz ins Ausland ein: Die durchgehende Verbindung Yverdon/Lausanne-Genf-Lyon konnte dank seines Engagements 1858 eröffnet werden. Die zweite Verbindung erfolgte von Zürich über Baden und Koblenz nach Deutschland. Die drei Basler Kopfbahnhöfe sind erst später miteinander verbunden wor-

den. Dufours Mitarbeiter, der Astronom Johannes Eschmann, der im Aarberger Moos mit eisernen Messlatten die Basislinie für die Dufourkarte mitbestimmt hatte, entwarf 1837 das erste Bahnprojekt Zürich-Bodensee. Um das Steigungsproblem zwischen dem Limmat- und dem Glattal auszuklammern, kam der Kopfbahnhof der Bodenseebahn in seinem Plan auf das Gelände des späteren Polytechnikums zu liegen. Das Bahntrasse führte er in einer grossen Kurve

nach Oerlikon, Stettbach und um den Zürichberg Richtung Winterthur. Alois Negrelli skizzierte ebenfalls schon 1837 eine Zürich-Basel-Bahn, beginnend mit einem Kopfbahnhof im Zürcher Talacker. Um einen Tunnelbau zu umgehen, führte er die Linie mitten durch die Badener Altstadt.<sup>5</sup> Die schliesslich als erste schweizerische Eisenbahn 1846 realisierte Strecke Zürich-Baden beruht auf den Vermessungen von Johannes Wild, der mit Eschmann an den landes-topographischen Arbeiten Dufours beteiligt gewesen war, wobei Alois Negrellis Projektskizzen wieder beigezogen wurden. Aufgezeichnet sind diese Trasseeführungen jeweils als topographische Ausschnitte, basierend auf den damals neu angefertigten oder noch in Bearbeitung stehenden topographischen Karten 1:100'000 von Dufour und 1:25'000 der topographischen Kommission des Kantons Zürich, für die auch Johannes Eschmann arbeitete.

Erst Vermessung machte Landschaft in neuen Dimensionen veränderbar. Vermessungstechniker gehörten zu den gesuchten Spitzenfachkräften. Die neuartige Vermessung erforderte, verglichen mit den Arbeiten für die älteren Kartenwerke, zusätzlich zur möglichst genauen Flächenaufnahme die möglichst genaue Aufzeichnung der Geländeformen: eine dreidimensionale Darstellung. Nur so konnten Bahnen mit maximalen Radien und minimalen Steigungen geplant werden. Nicht zufällig wurden 1874 - kurz vor dem Höhepunkt des schweizerischen Eisenbahnbaubooms - bei der Gründung des ersten Technikums der Schweiz in Winterthur gleichzeitig die erste schweizerische Geometerschule und die Klasse für Eisenbahntechniker eingeführt.

## **ERMESSENE NATUR: DIE NATUR ALS ZU DURCHDRINGENDES HINDERNIS**

Je mehr man in den folgenden Jahren mit dem Bahnbau ins Gebirge vordrang, desto mehr wuchs - neben den rein topographischen Kenntnissen - die Bedeutung der Naturkenntnisse. Man begann, Kataster über Naturgefahren anzulegen: Wo gibt es Wildbäche und Überschwemmungsgefahren, wo Rutschungen und Steinschlaggefahren, wo Lawinenzüge? Speziell für Fundations- und Tunnelbauarbeiten waren vertiefte geologische Kenntnisse unerlässlich. Die grösste Gefahr für Eisenbahntrassees in den Voralpen waren Unterspülungen und Überschwemmungen. Der Eisenbahnbau begann zur linear totalen Landschaftsveränderung zu werden (Abb. 4). Die für die neue Technik falsche Natur musste korrigiert werden. Für den Bau der Rheintallinie Sargans-St. Margrethen wurde der Rhein 1857-1858 erstmals abschnittsweise in grösserem Umfang «korrigiert». Der Bau der Bahnlinie durch das Birstal von Basel bis Moutier erforderte 1874-1875 bedeutende Eingriffe in den Wasser-

lauf.<sup>6</sup> Die Bauvollendung der Tösstalbahn war 1876 überschattet von der Jahrhundertüberschwemmung, in deren Folge der Kanton Zürich seine grösste Investition für die Tösskorrektur tätigte. In die Planung und den Bau der Zufahrtsrampen am Gotthard mussten systematisch Naturgefahren einbezogen werden. Viele Pläne zum Schlussrapport des Gotthardbahnbaus zeigen Querprofile, die neben dem klein wirkenden Trassee ganze Landschaftsabschnitte erfassen: Fels- und Hangrutschpartien, Strauch- und Baumbewuchs sind detailliert, die vorsorglichen baulichen Massnahmen weiträumig eingezeichnet. Terrainverbau, Wildbachverbau, Lawinenverbau, Steinschlag- und Felssturzgalerien übertreffen gar in einzelnen Abschnitten die baulichen Massnahmen für das eigentliche Bahntrasse.<sup>7</sup> Der Bau der Gotthardbahn machte hinsichtlich Totalkorrekturen einen bedeutenden Anfang. Dies zeigen Bilder aus der Bauzeit, die mit Felsabsprengungen und Abraumhalden ganze Talabschnitte in Zustände verwandelte, die auf den ersten Blick mit dem Resultat grosser Naturkatastrophen vergleichbar sind.

Höhepunkte solcher Landschaftsveränderungen auf Grundlage einer vermessenen und ermessenen Natur bildeten in der Schweiz wohl der Bau der Rhätischen Bahn und der Lötschbergbahn. Die Möglichkeiten der Menschheit, ihre Bauwerke dank immer umfangreicheren mechanischen Hilfsmitteln immer schneller und umfangreicher in die Landschaft hineinzutreiben, erweiterten die Möglichkeiten der Planer und Vermesser. Die Realisierung der damals höchsten meterspurigen Adhäsionsbahn Europas vom Rheintal nach St. Moritz führte ab 1898 zum Bau der Albulastrecke, dem «Herzstück» der neugegründeten Rhätischen Bahn. Dabei achteten die Bahngesellschaft und ihr Oberingenieur Friedrich Hennings nicht allein auf günstige Ausführung, sondern ebenso auf abwechslungsreiche und beeindruckende An- und Ausblicke, war Hennings doch selber von der Gebirgslandschaft fasziniert und herausgefordert: «Fels über uns und Fels unter uns».<sup>8</sup> Über einen Drittel des Höhenunterschieds überwindet die Bahn zwischen den Dorfausgängen von Bergün und Preda auf einer Luftliniendistanz von fünf Kilometern, wobei die Fahrbahn, über das Doppelte verlängert, viermal die Talseite wechselt. Verschiedene Varianten von Linienführungen optimierte man, indem Rutsch- und Lawinenhänge mittels Kehr- und Spiraltunnels unterfahren wurden, oder indem man auf die andere Talseite auswich (Abb. 5). Trotzdem machte die rauhe Natur im Albulatal den Bau von Lawinengalerien, von kilometerlangen Holzschneezäunen und Trockenmauern, von unzähligen Steinschlagsicherungen sowie das Anpflanzen von 700'000 Bäumen notwendig. Der Streckenabschnitt ist unter dem Namen «Bahnzirkus» bekannt geworden. Er ist durch Aufforstung heute wieder weitgehend eingewachsen.

Als letzte grosse Alpenbahn wurde 1913 die Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn

vollendet. Die Streckenplanung der Nordrampe hatte bezüglich Steilheit, Kurvenradien und Kehrtunnel wesentliche gemeinsame Merkmale mit der Gotthardlinienführung. Für die Südrampe wählte die Gesellschaft eine durchgehende Hanglehnenführung über dem Rhonetal mit Streckenverlängerungen in die Seitentäler, was auf 500 Metern Abstieg eine vielbewunderte Panorama-sicht über das Wallis ermöglicht. Beim Bau wurden moderne Baumittel eingesetzt, allein die Baubahn war anderthalbmal so lang wie die zu bauende Bahnstrecke.<sup>9</sup> Neue Dimensionen erreichten die Schutzverbauungen: An der Nordrampe umfassen die Projektgebiete für Schutzwälder zweieinviertel Quadratkilometer.<sup>10</sup> Hinzu kamen Lawinen-, Steinschlag- und Felssicherungsbauwerke von bis dahin nicht erreichtem Umfang, die ganze Bergflanken umfassten. Die Privatbahngesellschaft liess die nachfolgenden und bis heute andauernden Schutzmassnahmen zu wesentlichen Teilen vom Kanton Bern und vom Bund finanzieren. Bezüglich solch umfangreicher Umgestaltungen der Natur für Bahnbauten hat Paul Theroux treffend bemerkt: «Die Fähigkeit, durch solche Gegenden Eisenbahnen zu bauen, ging um die Jahrhundertwende verloren.»<sup>11</sup> Der Erste Weltkrieg beendete das Zeitalter des Neubaus von wichtigen Bahnlinien endgültig. Die kurze Zwischenkriegszeit ermöglichte gerade noch die Vollendung einzelner vor 1914 begonnener Bahnlinien wie der Oberalpbahn und der Centovallibahn. Die Zukunft weiträumiger Landschaftsveränderung gehörte dem Strassenbau.

## **VERMESSENE PROJEKTE: MIT STEILEREN BAHNEN UND ENGEREN KURVEN DIE WELT EROBERN**

Für fast alle realisierten Linienführungen arbeiteten die Vermesser und Planer Varianten aus, die mehr oder weniger Ortschaften mit mehr oder weniger kostspieligen Bauarbeiten erschlossen. Das Ziel der Kapitalgeber war es, mit maximaler Erschliessung maximale Rendite und damit maximale Machtentfaltung, wenn möglich in Form überregionaler Transportmonopole, zu erlangen. Ganz am Anfang waren das in der Schweiz ausländische Bankiers: Zum Imperium des Pariser Bankhauses Rothschild gehörten die Bahngesellschaften «du Nord», «Paris-Orleans-Mediterranee» und «Lyon-Genf». Die Bahngesellschaften «Ouest Suisse» und «Jura Industriel» verbanden sich kapitalmassig mit diesem Imperium, ebenfalls die St. Galler mit ihrem Projekt, die Schweizer Bahnen unter dem Gesellschaftsnamen «Vereinigte Schweizer Bahnen» zu vereinigen. Die Zürcher schlossen sich mit Alfred Escher nach anfänglichen Verbindungen mit Rothschild dem Konkurrenten und ehemaligen Rothschild-Mitarbeiter Jsaak Pereire an, gründeten dann aber mit der Schwei-

zerischen Kreditanstalt ihr eigenes Bankhaus. Wer sich als Vermessungs- oder Planungsingenieur diesen Machtspielen nicht unterwarf, wurde aus den jeweiligen Gesellschaften entfernt. Im allseitigen Konkurrenzkampf zwischen Bankhäusern, Städten, Regionen und Nationen wurden immer mehr Bahnlinien projektiert, die nicht rentieren konnten. Um Baukosten zu sparen, unterboten die Gesellschaften bis anhin grundlegende technische Vorgaben. Sie suchten nach Möglichkeiten, die anfänglich wegen schwachen Lokomotiven und langfristigen Betriebshorizonten vorgegebenen Normen für grosse Radien und schwache Steigungen «abzuspecken». Das bedeutete: abnehmende minimale Radien, zunehmende maximale Steigungen. Da die Eisenbahn aber immer nur das erwähnte starre, zusammenhängende System von Achsgewicht, Meterlasten, Zuglänge und Zughakenkraft der Lokomotiven in Übereinstimmung mit den Kunstbauten, dem Unter- und Oberbau inklusive Schotterbett, Schwellen und Schienenprofilen bilden kann, waren die Techniker gefordert. Für die Verdoppelung der Maximalsteigung am Juraübergang des Hauensteins beschaffte die «Schweizerische Centralbahn» die neuesten, für die österreichische Semmeringbahn entwickelten «Engerth-Lokomotiven».<sup>12</sup> Beim Bau der Gotthardbahn ging es zusätzlich zur bereits erprobten Verdoppelung der Maximalsteigung um die Halbierung der Minimalradien. Leidtragende waren die Vermessungs- und Oberingenieure, die unter extremem Zeitdruck immer neue Sparvarianten ausarbeiten mussten. Ihr Pflichtbewusstsein liess keine spekulativen Varianten zu. Neben den Steigungsverhältnissen unterlagen auch die Neigungsverhältnisse mit den damaligen Bremsmöglichkeiten für grössere Züge engen Grenzen. Die Techniker wussten, dass enge Kurven für Geschwindigkeit, Schienen- und Fahrzeugabnutzung von Nachteil waren. Zudem waren Naturgefahren gebührend zu berücksichtigen. Beim Gotthardbahnbau wurden unter der wirtschaftlich-politischen Leitung von Alfred Escher in kurzen Abständen zwei international renommierte Oberingenieure wegen Kostenüberschreitungen angeschwärzt und entlassen: Robert Gerwig (Projekt Schwarzwaldbahn) und Wilhelm Hellwag (Projekt Brennerbahn). Hellwags Projekt mit erhöhten Steigungen, verkleinerten Radien und vorerst nur einspurigem Bau wurde schliesslich - mit Nachteilen bis heute - verwirklicht. Immer wieder kam es zu realisierten und nicht ausgeführten Bahnprojekten, die weder den technischen noch den topographischen oder den demographischen Gegebenheiten entsprachen. Die im Ringen um Zentralität zu kurz gekommene Stadt Winterthur plante in Konkurrenz zur «Zürcher Herrenbahn» von Alfred Escher eine Bodensee-Genfersee-Bahn nach den Kriterien des damaligen Winterthurer Stadtpräsidenten: eine Bahn, die möglichst viele Täler quere, rentiere am meisten. Die so teilweise aus topographischen Gründen mit überrissenen Kosten gebaute «Schweizerische Nationalbahn» ging

vor ihrer Bauvollendung in Konkurs und wurde zulasten der Steuerzahler dem Konzern der Zürcher Konkurrenzgesellschaft «Schweizerische Nordostbahn» einverleibt. Nicht verwirklicht wurde Alfred Guyers Orientbahn: 1895 versuchte er als Nordostbahnpräsident, eine normalspurige Transitbahn durchzusetzen, die er in einer Schrift als Verbindungsstück zwischen London und Bombay sah, wobei er mit dem Albula-Ofenpass-Bahnprojekt als griechischer Konsul die Aufteilung des Türkenreichs zugunsten Deutschlands vorsah.<sup>13</sup> Das Wort «vermessen» kann auch als überheblich, dreist gedeutet werden. Im Bündnerland gebaut wurde schliesslich als dritte schweizerische Alpen-transversale die Rhätische Bahn in Schmalspur und mit Maximalsteigungen von 35‰, wobei die Berninabahn noch grössere Steigungen aufweist.

## **DURCHMESSENE RÄUME, VERMESSENE ZEITEN**

Mit dem Bahnbau setzte das Industriezeitalter seine beiden wichtigsten Massstäbe durch: immer mehr, immer schneller. Güter und Menschen wurden mobil. Euphorische Zeitgenossen priesen im Reisen die neuen Werte der industriellen Gesellschaft: Mobilität, Dynamik. «Nur Reisen ist Leben», proklamierte der zu Beginn der industriellen Revolution verstorbene Dichter Jean Paul.<sup>14</sup> Skeptische Zeitgenossen der jungen Eisenbahn behaupteten dagegen, die Geschwindigkeit der Eisenbahn vernichte Raum und Zeit. Sie mache die Menschheit nervös, sei eine Bewegungstyrannie: durchmessene Räume - vermessene Zeiten - verschwundene Träume...



# Anmerkungen

- i Das Schwazer Bergbaubuch. Von dem hoch- und weltberühmten Bergwerk am Falkenstein zu Schwaz in der fürstlichen Grafschaft Tirol, Schwaz 1556.
- 2 Georg Agricola: 12 Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. Vollständige Ausgabe nach dem lateinischen Original von 1556, München 1977.
- 3 Snell J. B.: Frühe Eisenbahnen, Frankfurt 1964.
- 4 Oberli Alfred: Begleittext zu den Nachdrucken der ersten Ausgabe der Dufourkarte, Bundesamt für Landestopographie, Wabern 1988.
- 5 Bärtschi Hans-Peter: Industrialisierung, Eisenbahnschlachten und Städtebau, Basel usw. **1983, S. 114-116,473-491.**
- 6 Bärtschi Hans-Peter: Hinweisinventar SBB-Strecken Bahn 2000, in: Archiv Eidgenössische Denkmalpflegekommission, Bundesamt für Kultur, Bern 1993.
- 7 Gotthardbahn: Rapport final, Luzern 1883, in: Archiv Gotthardbahn, SBB Luzern.
- 8 Studer Bernhard: Die Rhätische Bahn, Düsseldorf 1994.
- 9 Schopfer Dieter: Die Bahnen der BLS-Gruppe - Bau der Lötschbergbahn, Tramelan 1988.
- 10 Schwarz Walter: Schutz vor Naturgefahren auf der Nordrampe der BLS, Thun 1997.
- 11 Theroux Paul: Der alte Patagonienexpress, Hamburg 1995.
- 12 Bärtschi Hans-Peter: Verspätete Schweiz - Schienen verändern Raum und Zeit. Die Eisenbahn als Landschaftsgestalterin, in: Verkehrshaus (Hg): Kohle, Strom und Schienen, Zürich 1997, S. 14-86.
- 13 Guyer-Zeller Adolf: Der Türkenherrschaft Ende, Winterthur 1897, mit Bahnprojektplan.
- 14 Zit. nach Schivelbusch Wolf gang: Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert, Frankfurt 1977/93.



# NATIONALES GEWÄSSERSYSTEM UND WASSERKRAFTSTATISTIK

## DIE HYDROMETRISCHE MODELLIERUNG VON LANDSCHAFT

DANIEL VISCHER

Der Begriff Hydrometrie steht hier für die Messung der Ausdehnung und der Strömung von Gewässern. Die entsprechenden Fragestellungen ergeben sich einerseits aus der Wasserwirtschaft und andererseits aus der Forschung. Dabei ist die Forschung meist auch auf die Bedürfnisse der Wasserwirtschaft ausgerichtet. Im folgenden wird dieser Zusammenhang zwischen Hydrometrie und Wasserwirtschaft in bezug auf Fließgewässer aufgezeigt; stehende und unterirdische Gewässer (Seen und Grundwasser) werden aus Platzgründen nicht behandelt. Der Blick ist auf die Schweiz des 19. Jahrhunderts gerichtet, wobei einige Entwicklungen im Ausland mitberücksichtigt werden.

## DIE SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT UM 1800

Um 1800 wurde die Wasserwirtschaft von drei Sparten geprägt: von der Schifffahrt, vom Hochwasserschutz und von der Wasserkraftnutzung.

Die Flussschifffahrt besorgte damals einen Grossteil des Gütertransports. Sie war aber auch für den Personentransport sehr wichtig. Ergänzt wurde sie durch eine rege Flösserei, in den Bächen durch die Holztrift. Ihr Betrieb erforderte in erster Linie Angaben über die Wasserstände. Die Niederwasserstände entschieden oft über die Befahrbarkeit, die Hochwasserstände gaben einen Hinweis auf die lichte Durchfahrtshöhe unter Brücken sowie auf die stärkste Strömung.

Der Hochwasserschutz steckte noch in den Anfängen. Die Ära der Flusskorrekturen hatte zwar schon begonnen, die 1711-1714 verwirklichte, an sich kühne Umleitung der Kander in den Thunersee entsprach aber noch keinem integralen Projekt. Erst die notwendig gewordenen Folgearbeiten machten ein solches daraus: 1726 wurden in Thun die Schleusen zur Regulierung des Thunersee-Ausflusses erstellt, 1782-1792 erfolgte die erste Korrektur der Aare von Thun bis Bern, 1871-1873 die zweite. Im übrigen bestand der damalige Hochwasserschutz aber eher aus punktuellen Massnahmen, die im Tätigkeitswort «schwelen» zusammengefasst wurden. Darunter verstand man

den Bau und Unterhalt von Uferverstärkungen aller Art, einschliesslich der berüchtigten «Schupfwuhren», mit denen man das Hochwasser einfach zum gegenüberliegenden Ufer lenkte. Immerhin erfolgten damals bereits erste ernsthafte Koordinationsbestrebungen, wie beispielsweise im Emmental, wo 1766 für das Amt Trachselwald ein Schwellenreglement erlassen wurde. Als Grundlage für das Schwellen verwendete man Angaben über Höchstwasserstände; es galt ja in erster Linie, das Ausufern der Flüsse und Bäche zu verhindern. Die Ufer sollten ein paar Fuss höher sein als der höchste Wasserstand sowie der Strömung standhalten.

Die Wasserkraftnutzung erfolgte um 1800 mit zahlreichen Wasserrädern. Diese waren neben den mit menschlicher und tierischer Kraft betriebenen Tret-rädern und Göpeln der Universalantrieb für das Gewerbe. Die Bemessung der Wasserräder war aber, wie diejenige der zugehörigen Kanäle und Teiche, Erfahrungssache. Man wusste ungefähr, wieviel Wasser beispielsweise auf ein überschlächtiges Wasserrad gelenkt werden musste, um ein Mahlwerk anzutreiben. Die Menge wurde anhand des Bach- oder Kanalquerschnitts beurteilt.

## **DIE ANFÄNGE DER ABFLUSSMESSUNGEN**

Wie erwähnt war die schweizerische Wasserwirtschaft um 1800 im wesentlichen auf Wasserstandsmessungen ausgerichtet. Die Abflüsse der Gewässer interessierten nicht oder nur wenig. Damit befassten sich bloss einige Gelehrte und naturwissenschaftlich orientierte Wasserbauer.

Zunächst setzte sich Ende des 18. Jahrhunderts die Erkenntnis durch, dass die Abfolge der Wasserstände eng mit Klima- und Wetteränderungen einhergeht. Dementsprechend sammelten die erwähnten Gelehrten und Wasserbauer die Wasserstandsaufzeichnungen zusammen mit meteorologischen Daten. Die wohl erste schweizerische Messreihe ist im Staatsarchiv Genf unter dem Titel «Note de la hausse et de la baisse des eaux du Rhône du 7 février 1739 au 6 février 1740» zu finden. Auch im Ausland gab es ähnliche Arbeiten über die «Flut und Ebbe» der Flüsse. Dabei fasste man diese Statistiken mehr oder weniger bewusst als Abflussstatistiken auf.

In eine bemerkenswerte Sackgasse führte die Gleichsetzung von Wasserstand und Abfluss dann bei Heinrich Berghaus.<sup>1</sup> In seiner 1837 in Stuttgart veröffentlichten «Allgemeinen Länder- und Völkerkunde» beschrieb er die «aquatische Geschichte» der grossen Flüsse Deutschlands, und zwar des Rheins von 1770-1836, der Elbe von 1728-1836 und der Oder von 1778-1834. Die Auswertungen sind an sich von hoher Qualität und informativ. Für die Elbe bei Magdeburg schloss Berghaus aber aufgrund der im langjährigen Mittel sin-

kenden Wasserstände auf eine erhebliche «Wasserminderung», also auf einen Rückgang des Abflusses. Daher sagte er der Elbeschiffahrt voraus, dass sie ab 1860 ihre bisherigen Kähne mangels Wassertiefe nicht mehr werde einsetzen können. Hinweise darauf, dass sich die Elbe infolge Erosion eintiefen könnte - was sie in Magdeburg tatsächlich auch tat - und eben deshalb sinkende Wasserstände anzeige, vermochte er nicht ernst zu nehmen.

Um so bemerkenswerter und von der Fachliteratur deswegen aufgenommen, erschienen die Messungen und Auswertungen von Hans Conrad Escher für den Rhein bei Basel.<sup>2</sup> Escher liess dort an der mittleren Rheinbrücke von 1809-1820 nicht nur die Wasserstände täglich ablesen, sondern führte 1793 und 1819 auch Profilmessungen im Rheinbett durch und bestimmte das Fliessgefälle. Zudem veranlasste er ebenfalls 1793 Fliessgeschwindigkeitsmessungen mit Schwimmern. Dann berechnete er daraus die Abflüsse, zum Teil unter Verwendung der Formel von Johann Albert Eytelwein von Frankfurt (siehe unten). Die Ergebnisse legte er der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1821 vor, unter dem Titel «Angaben über die aus dem Wasserbecken des Rheins in den Alpen und dem Jura bei Basel jährlich abfliessende Wassermenge». Rechnet man seine in (vermutlich Schweizer) Kubikklaftern angegebenen Werte in heutige Masseinheiten um, erhält man eine über zwölf Jahre gemittelte Jahresfracht des Rheins von 28,3 Milliarden Kubikmetern oder einen entsprechenden mittleren Abfluss von 900 Kubikmetern pro Sekunde. Dieser Wert war trotz den vielen Unzulänglichkeiten der Methode bloss 17% niedriger als der mutmasslich wahre Wert.

## DER EINFLUSS DER LINTHKORREKTION

Warum Escher, der ja kein gestandener Hydrologe war, diese Leistung in Bezug auf die Hydrologie des Rheins erbringen konnte, bedarf einer Erklärung. Escher wurde 1807 von der Schweizer Regierung (der damaligen Tagsatzung) an die Spitze der Linthkorrektur bestellt. Wie Ingenieur Heinrich Pestalozzi, ein Zeitgenosse, bezeugte, stand der schweizerische Flussbau damals «auf einer niederen Stufe».<sup>3</sup> Dasselbe galt wohl auch für die Hydrometrie. Daher berief die Regierung einen der damals besten Flussbauexperten Europas, nämlich den badischen Rheinwuhrrinspektor Johann Gottfried Tulla, um das seit 1784 bestehende Korrektionsprojekt zu detaillieren. Tulla entledigte sich dieser Aufgabe 1807 zusammen mit einem ihn begleitenden Ingenieur in knapp zwei Monaten. Dabei nahm er insbesondere die Bemessung der Korrektionsstrecken vor und verwendete dabei die erwähnte Formel von Eytelwein, die er anhand einer Profilmessung sowie anhand von Fliessgeschwindigkeits-

messungen in der damaligen Linth eichte. Da Tulla sich nachher wieder seinen Amtsgeschäften im Grossherzogtum Baden zu widmen hatte, eignete sich Escher dessen Wasserbaukenntnisse weitgehend an, was ihm sowohl nach den Aussagen Tullas wie Pestalozzis bestens gelang. Dieser Technologietransfer trug dann wesentlich dazu bei, dass der 1807-1816 verwirklichten Linthkorrektur ein grosser Erfolg beschieden war.

Die Messung der Wasserstände allein hätte für die Projektierung der Linthkorrektur keine genügende Grundlage abgegeben. Das Hochwasserschutzprojekt verlangte nicht bloss Ufererhöhungen und Uferbefestigungen, sondern eine grosszügige Umleitung der Linth in den Walensee und damit ein vollständig neues Flussbett in Form des fünf Kilometer langen Molliserkanals (heute Escherkanal) und des 17 Kilometer langen Linthkanals. Das setzte eine klare Vorstellung des Abflussregimes der Linth voraus, und zwar sowohl hinsichtlich der momentanen Spitzen als auch der Hochwasserfrachten. Von den entsprechenden hydrometrischen Arbeiten ausgehend, vermochte Escher später auch das Abflussregime des Rheins in Basel zu erfassen.

## **RECHNEN STATT MESSEN - DIE ENTWICKLUNG EINER ABFLUSSFORMEL**

Die von Tulla, Escher und anderen betriebene Hydrometrie blieb bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts üblich: Man führte einige Profil- und Gefällsmessungen durch und berechnete daraus mit einer Abflussformel den Abfluss. Damit man bei der Wahl des Reibungskoeffizienten nicht völlig daneben lag, nahm man eine einzelne Messung der Fliessgeschwindigkeiten vor. Woher stammte aber die Abflussformel? Welche Methode wurde bei der Geschwindigkeitsmessung eingesetzt?

1755 veröffentlichte Leonhard Euler die Grundgleichungen der Hydromechanik in Form von partiellen Differentialgleichungen für die Bewegung und die Massenerhaltung. Die entsprechende Darstellung ist einfach, umfassend und staunenswert. Doch fehlt der Einfluss der Reibung, was die Anwendung stark einschränkt. So ist es insbesondere nicht möglich, mit diesen Grundgleichungen Freispiegelabflüsse zu berechnen, wie sie eben in Fliessgewässern und Kanälen vorkommen. Daher bemühten sich vor und nach Euler zahlreiche Forscher um die Quantifizierung der Reibung. In gewissem Sinne sind die entsprechenden Auseinandersetzungen selbst heute noch nicht abgeschlossen. Gestützt auf Arbeiten des Franzosen Pierre Louis Georges Du Buat und des Deutschen Reinhard Woltmann gelang Johann Albert Eytelwein ein erster Durchbruch. Er publizierte 1801 jene Formel, die heute unter dem Namen

Chézy-Formel Verwendung findet. Sie stellte den Zusammenhang zwischen der Profilform, dem Fliessgefälle, der Reibung und der mittleren Geschwindigkeit her. Dabei wurde allerdings anfänglich der Reibungskoeffizient als fixer Wert eingeführt. Ferner wurde meist übersehen, dass die Formel für sich genommen bloss für lange prismatische Gerinne, also für lange Kanäle, gilt. Es dauerte Jahrzehnte, bis die erwähnte Konstante aufgeheilt beziehungsweise den verschiedenen Gerinnerauigkeiten angepasst werden konnte. Am erfolgreichsten waren diesbezüglich die im Dienste Berns arbeitenden Wasserbauer Emile Oscar Ganguillet und Wilhelm Rudolph Kutter. Sie veröffentlichten 1869 und 1877 für den Reibungskoeffizienten eine empirische Formel, die sie aufgrund von mehreren Hunderten von Experimenten anderer Forscher und insbesondere von eigenen Messungen an schweizerischen Flüssen sowie aufgrund von Messungen zweier Amerikaner am Mississippi etabliert hatten. Ihre Arbeit wurde 1889 ins Englische übersetzt und beinahe zum Standard erhoben. Später wurde die Formel von andern Forschern vereinfacht und mündete schliesslich in jene Abflussformel, die heute je nach Land als Gauckler-, Manning- oder Stricklerformel bezeichnet und allgemein verwendet wird. Dabei spielte auch ein kleiner Begleitumstand eine Rolle: Ende des 19. Jahrhunderts wurde der Rechenschieber zum festen Attribut der Ingenieure und erlaubte es, die in der neuen Formel enthaltene Kubikwurzel mühelos zu ziehen. Die Formel von Ganguillet und Kutter sowie andere ältere Formeln fussten bloss auf der Quadratwurzel. Zu erwähnen bleibt, dass die neue Formel erst vom Zürcher Albert Strickler generalisiert und 1923 belegt wurde.

## **DAS SAMMELSURIUM VON GESCHWINDIGKEITSMESSERN - DIE ERFINDUNG DES WOLTMANFLÜGELS**

Die zweite hydrometrisch wichtige Entwicklung um 1800 betraf die Abflussmessung. Allerdings lassen sich Abflüsse nicht direkt messen - etwa so, wie man Längen mit der genormten Länge eines Fusses, Klafters oder Meters vergleicht - sondern nur indirekt. Der klassische Weg führt über die Kontinuitätsgleichung, die besagt, dass der Abfluss gleich dem Produkt aus dem Abflussquerschnitt und der mittleren Fliessgeschwindigkeit ist. Dieser Zusammenhang wurde schon im 17. Jahrhundert entdeckt, aber erst im 18. Jahrhundert praktisch verfügbar gemacht. Die Messung des Abflussquerschnitts bedingte eine Profilmessung, die in kleinen Fliessgewässern ähnlich ausgeführt wird wie die Aufnahme eines Strassenprofils. In grossen Fliessgewässern musste der Abflussquerschnitt von einer Brücke oder einem Schiff aus gepeilt oder ausgelotet werden. Wie aber wurde die Fliessgeschwindigkeit bestimmt?

Die damals verwendeten Methoden können in drei Gruppen eingeteilt werden. Sie beruhten auf einer Messung erstens der Laufzeit von Driftkörpern, zweitens des Strömungsdrucks mit Staukörpern oder Staurohren und drittens der Drehzahl von Rotoren. Selbstverständlich würde eine vollständige Darstellung der ein bis zwei Dutzend einschlägigen Geräte den hier gegebenen Rahmen sprengen.<sup>4</sup> Eingegangen wird nur auf die Rotoren.

Der Einsatz von Rotoren beschränkte sich lange Zeit auf die Drehzahlmessung eines kleinen Wasserrads, dessen untere Schaufeln wie bei einer Flussmühle in die Strömung tauchten. Damit konnte selbstverständlich nur die Oberflächenströmung erfasst werden. Es war deshalb ein grosser Entwicklungsschritt, als Reinhard Woltman 1790 den später nach ihm benannten Flügel erfand und einführte. Dieser Flügel war einem gängigen Windrad nachempfunden und bestand im wesentlichen aus einem horizontalachsigen Propeller, der sich mittels einer Haltestange in beliebiger Tiefe einsetzen liess. Seine Umdrehungen wurden dabei durch ein vom Flügel angetriebenes Zählwerk festgehalten und entsprachen pro Zeiteinheit der Drehzahl. Die Drehzahl war zur Fließgeschwindigkeit am Messort proportional, was einen grossen Anwendungsbereich gewährleistete. Ein Nachteil war der Umstand, dass sich das Zählwerk beim Flügel befand, so dass das Gerät für die Ablesung aus dem Wasser gezogen werden musste. Dafür konnte es relativ leicht geeicht werden, indem es durch einen Kanal mit stehendem Wasser gezogen wurde. Aus der Anzahl der Umdrehungen und der zurückgelegten Strecke liess sich die Proportionalitätskonstante direkt errechnen. Die Einsicht, dass die Konstante eigentlich eine Funktion der Geschwindigkeit ist, setzte sich erst sehr viel später durch. Umstritten war aber die Frage, ob eine Eichung in stehendem Wasser überhaupt taugliche Werte für Messungen in fließendem Wasser abgeben könne.

## **EIN SEITENBLICK AUF DAS LOG DER SEESCHIFFFAHRT**

Im vorliegenden Zusammenhang ist von Bedeutung, dass der bereits erwähnte badische Rheinwuhrrinspektor Tulla das neue Gerät bei Woltman 1794 gesehen und davon Zeichnungen erstellt hatte, die ermöglichten, 1801 ein eigenes Exemplar nachbauen zu lassen. Dieses Exemplar setzte er 1807 bei seinem Mandat für die Linthkorrektur ein - wohl die erste Anwendung des Woltmanflügels in der Schweiz. Woltman war 1790 übrigens «Conducteur beim Wasserbauwesen zu Ritzebüttel» bei Hamburg. Er kannte folglich, wie viele andere Wasserbauer an der Küste auch, die Seeschifffahrt und deren Entwicklungen hinsichtlich Geschwindigkeitsmessung. Denn gerade für die Seeschifffahrt bestand ein dringendes Bedürfnis, die Geschwindigkeit der Schiffe gegenüber dem Fahrwasser zu



bestimmen. Dabei war die Schifffahrt naturgemäss auf die gleichen Methoden angewiesen wie die Hydrometrie. Im Vordergrund stand für sie damals die Messung mit einem Driftkörper, der die Form eines kleinen Schirms hatte und als Log bezeichnet wurde. Das Log wurde vom Schiff aus ins Wasser geworfen und driftete an einer abspulenden Leine ab. Diese Leine war mit Knoten versehen, die innerhalb einer bestimmten Zeitspanne gezählt wurden. Dementsprechend wurde (und wird heute noch) eine Schiffsgeschwindigkeit in Knoten angegeben.<sup>5</sup> Ein solches Log liess sich selbstverständlich auch zur Messung der Oberflächenströmung in einem Fluss einsetzen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die Schifffahrt wenig später, das heisst 1874, in Form des Patentlogs eine Variation des Woltmanflügels einführte.

### **EICHFAHRTEN AUF DEM GENFERSEE UND INTERNATIONALE RHEINSTROMMESSUNG BEI BASEL (1867)**

In der Hydrometrie setzte sich der Woltmanflügel nur langsam durch. Das hing einerseits damit zusammen, dass seine Herstellung und sein Einsatz verhältnismässig aufwendig waren. Andererseits fehlte eine Versuchsanlage, die einen verlässlichen Vergleich seiner Ergebnisse mit jenen anderer Geräte erlaubte. Über die Durchführung einer damaligen Flügelmessung berichtete beispielsweise 1853 Marc Thury, Professor in Genf.<sup>6</sup> Er führte, offenbar aus rein wissenschaftlichen Motiven, eine Abflussmessung in der Rhone bei Genf durch. Dabei wählte er in einem Messprofil von 341 Quadratmeter Querschnitt 45 Messpunkte und bestimmte 150 mal die örtliche Geschwindigkeit «enfaisant [...] usage du rhéomètre, ou moulinet, de Woltman, qui est de tous les appareils pouvant fonctionner sous l'eau, à différentes profondeurs, celui qui donne les résultats les plus exacts». Für die Eichung dieses Flügels bediente er sich zweier Verfahren. Erstens steckte er im Genfersee mit trigonometrischen Mitteln eine Strecke von 500 Metern ab und markierte sie mit Bojen. Dann befestigte er den Flügel am Bug eines kleinen Schraubendampfers, der mit verschiedenen Geschwindigkeiten die Strecke abfuhr. Dabei stellte er fest, dass die Zahl der Umdrehungen jedesmal dieselbe war, was auf die Proportionalität zwischen der Drehzahl und der Geschwindigkeit schliessen liess und die gesuchte Eichkonstante ergab. Zweitens stellte er den Flügel in einen Kanal, dessen Durchfluss konstant gehalten werden konnte, und verglich die an der Wasseroberfläche erhobene Drehzahl mit der Geschwindigkeit von Schwimmern. Angesichts der unterschiedlichen Ergebnisse aus beiden Verfahren stützte er sich auf das zweite, «puisque c'est l'eau qui se meut», das heisst, er misstraute eben den Versuchen im stehenden Wasser des Sees.

Einen grossen Widerhall erzeugte dann die «internationale Rheinstrommessung bei Basel» von 1867. Sie dauerte sieben Tage und wurde von den Staaten Baden, Bayern, Frankreich und der Schweiz getragen. Unter den Namen der Beteiligten finden sich auch Philippe Gaspard Gauckler von Colmar und Wilhelm Rudolf Kutter von Bern, die bereits im Zusammenhang mit Abflussformeln erwähnt wurden, sowie Carl Culmann, Professor an der ETH Zürich, und Robert Lauterburg von Bern, der erste als Präsident, der zweite als Sekretär der Schweizerischen Hydrometrischen Kommission und Leiter des Eidgenössischen Hydrometrischen Zentralbüros. Es ging vor allem um den Vergleich von Geschwindigkeitsmessungen und von Abflussformeln. Dementsprechend wurden auch die Profile und das Fliessgefälle (Wasserspiegelgefälle) erhoben. Im Wettbewerb standen vier Woltmanflügel, drei Pitotrohre, Schwimmstäbe und zwei Typen von Oberflächenschwimmern, hingegen keine Strompendel. Das entsprechende Protokoll wurde von Heinrich Grebenau von Germersheim sehr ausführlich abgefasst und 1873 im Einvernehmen mit den andern Beteiligten veröffentlicht. Es hält im wesentlichen fest, dass die Woltmanflügel und Pitotrohre zuverlässigere Abflusswerte lieferten als die Schwimmer und dass diese Werte am besten der Abflussformel von Ganguillet und Kutter entsprachen.

## **EIN HAUCH VON ELEKTRONIK - DIE EINFÜHRUNG DES SCHWIMMFLÜGELS**

Zur weiteren Verbreitung des Woltmanflügels, dessen Rotor zunehmend verfeinert wurde und schliesslich die Form des heute bekannten Propellers annahm, führte die Ausrüstung des Zählwerks mit einem elektrischen Kontaktmechanismus, der nach je 50 oder 100 Umdrehungen ein über Wasser befindliches Läutwerk betätigte. So musste man den im Einsatz stehenden Flügel nicht mehr ständig aus dem Wasser ziehen, um die Zahl der Umdrehungen abzulesen. Die entsprechende Erfindung wird dem aus Schöffliisdorf bei Zürich stammenden Andreas Rudolf Harlacher zugeschrieben, der als Assistent von Carl Culmann die internationale Rheinstrommessung wahrscheinlich miterlebt hatte und sich nachher als Professor am Deutschen Polytechnikum (Technische Hochschule) in Prag schwergewichtig hydrologischen Fragen widmete. Er beauftragte 1871 zwei Schweizer Konstrukteure, nämlich Matthias Hipp in Neuenburg und Jakob Amsler-Laffon in Schaffhausen, mit der Entwicklung des Kontakt- und Läutwerks.

Eine weitere Verbesserung brachte schliesslich die Ergänzung des Stangenflügels durch den Schwimmflügel (Torpedoflügel). Seit Woltman wurde der

Flügel an einer Stange gehalten und gegen die Strömung gestellt, was bei grösseren Flüssen einen gewissen Aufwand bedingte. Der Schwimmflügel hingegen hing an einem Seil und stellte sich dank einem Stabilisator am Heck von selbst gegen die Strömung. Er konnte sowohl von einer Brücke wie von einer Laufkatze an einem Fahrseil aus eingesetzt werden und eignete sich besonders für Abflussmessungen in grösseren Fliessgewässern. Es scheint, dass er um 1900 entwickelt und dem 1874 eingeführten Patentlog der Schifffahrt nachempfunden wurde. Sowohl der Stangen- wie der Schwimmflügel gehören heute noch zum Gerätepark der «Hydrometer». Als Alternative dazu wurde Ende des 19. Jahrhunderts das Salz- oder Farbverdünnungsverfahren entwickelt, das seine Vorzüge in kleinen und turbulenten Fliessgewässern hat. Darauf soll hier aber nicht eingegangen werden, ebenso wenig wie auf andere Verfahren, die sich erst im 20. Jahrhundert durchsetzten.

## DIE GEBURT DER LANDESHYDROLOGIE

Die Hydrometrie hielt in der Schweiz vor allem im Zusammenhang mit den Flusskorrekturen Einzug. Bezeichnenderweise schrieb Escher in seinem Bericht von 1811 über die Aarekorrektur von Thun bis Bern: «Entweder müssen die Ströme frei ihrer Natur überlassen werden, oder, wenn man an ihren Ufern zu künsteln anfängt, so muss dieses mit vollständiger Übersicht ihrer ganzen Verhältnisse und mit der ausgebreitetsten Sachkenntnis geschehen.»<sup>7</sup> 1811 war die Linthkorrektur bereits im Gang und die Studien für die Juragewässerkorrektur ebenfalls. Diese ab 1707 von einem Defilee von Experten durchgeführten Studien mündeten allerdings erst 1842 unter Richard La Nicca, dem weitherum konsultierten Bündner Kantonsingenieur und damaligen Linthingenieur, in ein brauchbares Projekt. Der erste Spatenstich erfolgte weitere 26 Jahre später, nämlich 1868, die sich über fünf Kantone erstreckenden Arbeiten wurden 1891 fertiggestellt. Die Erwähnung der Linth- und der Juragewässerkorrektur ist wichtig, weil beide einem nationalen Anliegen entsprachen. Sie waren geeignet, den Ruf nach einer landesweiten Hydrometrie und nach allgemein verfügbaren hydrologischen Daten laut werden zu lassen. Selbstverständlich trug dazu auch die 1848 erfolgte Gründung des schweizerischen Bundesstaates bei.

Einen Anfang machte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, die 1863 eine Hydrometrische Kommission schuf. Ihr erster Präsident und rühmtestes Mitglied wurde Robert Lauterburg von Bern. Er trat jedoch das Präsidium bereits 1866 an Carl Culmann ab, um die Leitung des damals von der Kommission ins Leben gerufenen Eidgenössischen Hydrometrischen

Zentralbureaus zu übernehmen. Dort entwickelte er mit seinen Mitarbeitern eine zielstrebige Tätigkeit zur Aufstellung von allgemeinen Grundlagen sowie zur Intensivierung und Vereinheitlichung der kantonalen Wasserstandsmessungen und schliesslich zur Sammlung und Veröffentlichung der entsprechenden Daten. Dabei galt es eine ganze Reihe von Schwierigkeiten zu überwinden. So hatte damals fast jeder Pegel einen anderen Horizont, für die Pegeleinteilung gab es zwei Masssysteme, nämlich Fuss und Dezimeter, und zudem zählten einige Pegelteilungen aufwärts und andere abwärts. Das Ergebnis dieser sowohl wissenschaftlichen als auch organisatorischen Anstrengungen waren Tabellenwerte über die schweizerischen Einzugsgebiete, über die Längen der Flüsse, der Gletscher, der Seen und eine Übersichtskarte der schweizerischen Pegel- und Wetterstationsnetze sowie Veröffentlichungen mit den grafischen Darstellungen der Pegelstände unter Beigabe von meteorologischen Werten, so etwa Niederschlagshöhen. Ausserdem wurde die Entwicklung neuer Geräte angeregt, insbesondere eines selbstregistrierenden Pegels. Von der Beteiligung des Zentralbureaus an der 1867 in Basel durchgeführten internationalen Rheinstrommessung war bereits die Rede.

Es ist erstaunlich, dass Lauterburg und seine Mitarbeiter diese Ergebnisse bis 1872, also in bloss sechs Jahren, erzielen konnten - allerdings, wie Lauterburg selber gestand, «mit einem an Unbescheidenheit grenzenden Ungestüm». Das Zentralbureau besass von Anfang an die Unterstützung breiter Kreise sowie des Bundesrats. 1872 wurde das Zentralbureau in das im Vorjahr geschaffene Baubureau des Eidgenössischen Departements des Innern und späteren Eidgenössischen Oberbauinspektorats eingegliedert, wobei Lauterburg seinen Abschied nahm und wieder freischaffend wurde. Von da an gehörte das Zentralbureau zum festen Bestand der Bundesstellen und nennt sich heute - 127 Jahre später - Landeshydrologie und -geologie.<sup>8</sup> In der Person von Josef Epper wurde 1885 ein neuer initiativer und prägender Chef eingesetzt. Er weitete das «Eidgenössische Pegelnetz» ganz erheblich aus. Als Meilenstein seiner Amtszeit erwies sich 1896 die Inbetriebnahme einer nationalen Eichstätte für hydrometrische Flügel in Bern. Sie bestand aus einem sogenannten Schlepp-tank, das heisst aus einem Kanal mit stehendem Wasser, durch den die hydrometrischen Flügel mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit gezogen und damit geeicht werden konnten.

## DIE SCHWEIZERISCHE WASSERWIRTSCHAFT UM 1860

Der Woltmanflügel wurde, wenn auch langsam, so doch ständig verbessert. Von der 1871 von Harlacher veranlassten Neuerung der Drehzahlbestimmung mittels elektrischem Kontakt- und Lätwerk war bereits die Rede. Zudem gewann man laufend Einsichten über die hydraulischen Bedingungen, denen ein Messprofil genügen musste, um genaue Flügeleinsätze zu ermöglichen. Die Ansprüche stiegen - «l'appétit vient en mangeant!». Dieser Umstand hing natürlich eng mit den wasserwirtschaftlichen Vorhaben zusammen. So setzte damals die Ära der interkantonalen und vom Bund koordinierten Flusskorrekturen und Seeregulierungen ein. Von der 1868 bis 1891 durchgeführten Jura-gewässerkorrektur wurde weiter oben schon berichtet. Sie brachte unter anderem auch eine Regulierung des Murten-, Neuenburger- und Bielersees mit dem Wehr Port am Nidau-Bühren-Kanal (Aare). Die Regulierung des Vierwaldstättersees wurde noch vorher, nämlich 1859-1860, verwirklicht, jene des Zürichsees etwa gleichzeitig, das heisst 1876-1878, beide durch den Bau eines Nadelwehrs am Seeausfluss. Die entsprechenden Arbeiten am Genfersee, d.h. an der Rhone in Genf, unter dem Titel «la correction et la régularisation de l'écoulement des eaux du lac Léman» gelangten 1885-1886 zur Ausführung.

Daneben erfolgte auch eine Intensivierung der Wasserkraftnutzung. Es wurde schon gesagt, dass jene um 1800 auf Wasserrädern beruhte, die als Motor im Direktantrieb einem Gewerbe dienten. Die fortschreitende Industrialisierung der Schweiz verlangte aber bald nach stärkeren Motoren. Ab etwa 1830 wurden manche Wasserräder durch Turbinen ersetzt oder neue Fabrikanlagen von Anfang an mit solchen ausgerüstet. Diese Turbinen wurden durchaus auch als Wassermotoren bezeichnet. Eine Konkurrenz bildeten die ebenfalls aufkommenden Dampfmaschinen, die aber auf die in der Schweiz nur spärlich vorhandene Kohle angewiesen waren. Deshalb bezog ein Industriebetrieb die benötigte Kraft im allgemeinen aus Wasserturbinen; den Dampfmaschinen kam eher die Bedeutung eines Reserve-Aggregats für wasserarme Zeiten zu. Vorerst waren die Turbinen- und Dampfmaschinen Bestandteil derjenigen Fabrik, die sie im Direktantrieb versorgten. Erst als es gelang, die Kraft mittels mechanischer Einrichtungen in eine weitere Umgebung zu verteilen, entstanden selbständige Kraftwerke, die mehrere Fabriken bedienten.

## AUFSCHWUNG DER WASSERKRAFT - NIEDERGANG DER FLUSSSCHIFFFAHRT UM 1880

Eines der ersten grösseren Kraftwerke wurde 1850-1851 von Heinrich Moser am Rhein in Schaffhausen gebaut und 1865 durch einen den ganzen Fluss querenden Damm ergänzt. Es verteilte seine Energie über eine 480 Meter lange Seiltransmission. Als weitere Pioniertat folgte 1869-1872 unter Guillaume Ritter die Errichtung der ersten Betonstaumauer Europas an der Saane bei Freiburg. Auch dort wurde die Energie mittels Seiltransmissionen, den sogenannten «transmissions téléodynamiques», übertragen. Entsprechend dem Schaffhauser Beispiel wurde 1878 in Zürich das Kraftwerk Letten an der Limmat erstellt, das neben Seiltransmissionen auch Pumpen antrieb. Letztere versorgten das städtische Druckwassernetz, an das sich Gewerbetreibende mit Hausturbinen oder (Wasser-)Kolbenmotoren anschliessen konnten. Dadurch wurde die Energieübertragung vom Hektometer- in den Kilometerbereich verlängert. Vollständig auf diesem Prinzip basierte dann das von Theodore Turretini im Zusammenhang mit der Seeregulierung in Genf initiierte, 1886 in Betrieb genommene Rhonekraftwerk La Coulouvrenière. Es besass anfänglich sechs, später 18 Turbinen, die je zwei Kolbenpumpen antrieben und damit ihre beträchtliche Energie in Form von Druckwasser ins Stadtnetz einspeisten. An dieses waren beispielsweise 1889 über 200 kleine Kolbenmotoren angeschlossen, die unter anderem die Werkzeugmaschinen der Uhrenindustrie antrieben.

Eine gegenläufige Entwicklung nahm die Flussschifffahrt. Sie wurde von der ab 1848 aufkommenden Eisenbahn verdrängt und war am Ende des 19. Jahrhunderts praktisch nicht mehr existent. Etwas länger hielt sich die Flösserei. Die Ära der grossen Binnenschifffahrtsprojekte, mit denen die Schweiz über den Rhein an das europäische Wasserstrassennetz angeschlossen werden sollte, setzte ja erst im 20. Jahrhundert ein. Wohl erreichte schon 1832 der erste rheinaufwärts fahrende Dampfer Basel; der erste Schleppzug, bestehend aus einem Dampfschlepper und einem mit 500 Tonnen Kohle beladenen Leichter, vermochte die starke Strömung unterhalb von Basel jedoch erst 1904 zu überwinden.

Bedürfnismeldungen an die Hydrometrie stellten also in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts weniger die Schifffahrt als die Flusskorrektions-, Seeregulierungs- und Kraftwerksprojekte. Bei den Seeregulierungen ging es um Seestandsschwankungen, die sich grundsätzlich aus der Differenz der Zu- und Ausflüsse ergaben und deren genaue Erfassung darum an Bedeutung gewann. Bei der intensivierten Wasserkraftnutzung spielte die Genauigkeit sowohl bei der Projektierung wie auch im Betrieb eine zunehmend wichtige Rolle, insbesondere auch bei entsprechenden wasserrechtlichen Auseinandersetzungen.

## DAS WASSERKRAFTPOTENTIAL AUS DER SICHT VON 1890

Das hydrometrische Schaffen von Robert Lauterburg erhielt am Ende seiner Karriere seinen Schwerpunkt: Es wurde der Wunsch nach einer Abschätzung des schweizerischen Wasserkraftpotentials laut. Dieser Frage widmete Lauterburg sich von 1868 bis 1891 mit nicht weniger als sechs Schriften. Hält man sich an seine «Übersicht der schweizerischen Wasserkräfte innerhalb dem voraussichtlichen Entwicklungsgebiet der inländischen Industrietätigkeit» von 1890 erkennt man folgendes: Lauterburg bestimmte für 386 Abschnitte des schweizerischen Gewässernetzes sowohl die Bruttowasserkraft als auch die sogenannte produktive Wasserkraft. Als nutzbaren Abfluss bezeichnete er eine «industrielle Wassermenge», die er als Mittelwert von Mittel- und Niedrigwasser annahm. Die Bruttofallhöhe entnahm er den damals verfügbaren Karten und bestimmte die Bruttowasserkraft aus dem Produkt von Fallhöhe und Wassermenge, ausgedrückt in der 1770 von James Watt eingeführten Leistungseinheit der Pferdestärken. Das schweizerische Wasserkraftpotential ergab sich dabei zu 4,48 Millionen Pferdestärken oder rund 3300 Megawatt. Davon erachtete Lauterburg nur 0,62 Millionen Pferdestärken oder rund 460 Megawatt - das sind bloss 14% - als «produktiv». Zu dieser vorsichtigen Aussage gelangte er, weil er die Nutzung der Wasserkräfte in vielen Gebirgsregionen als aussichtslos einschätzte (siehe unten). Multipliziert man seine Zahlen mit einem mittleren Wirkungsgrad der Kraftwerke von 70%, um sie von einem Brutto- auf einen Nettowert umzurechnen, erhält man 320 Megawatt oder eine entsprechende jährliche Produktion von etwa 2,5 Milliarden Kilowattstunden. Demgegenüber erreicht heute die jährliche Produktion des schweizerischen Wasserkraftanlagenparks 33 Milliarden Kilowattstunden. Wie lässt sich diese Diskrepanz erklären?

Dazu ist zu sagen, dass die jährliche Produktion der schweizerischen Wasserkraftanlagen um 1910 den Wert von zwei Milliarden Kilowattstunden erreichte. Lauterburg hat also mit seiner Abschätzung immerhin 20 Jahre vorausgesehen. Weiter konnte er mit dem besten Willen nicht blicken, weil die Elektrifizierung der Kraftversorgung sehr vieles änderte. Lauterburg ging bei seinen Überlegungen praktisch noch von der Direktübertragung der Kraft aus. Er dachte also an Keilriemen, Torsionsstangen, Seiltransmissionen, Druckwassernetze, Druckluftnetze usw., mit denen eine relativ nahe gelegene Industrie versorgt werden konnte. Die Elektrizität war als Energieträger zwar bekannt und wurde ab 1880 auch in einigen kleinen Anlagen produziert, konnte aber nicht über grosse Distanzen transportiert werden. Darum hatte Lauterburg eine Nutzung der Wasserkraft in Gebirgsregionen als aussichtslos erachtet. Er sah keine Möglichkeit, die Kraft von dort in die besiedelten und

für die Industrie geeigneten Gebiete des Mittellands zu bringen. Dieser Umstand beschäftigte ihn sogar derart, dass er in seinen Eingaben von 1888 und 1889 an die Kantons- und Bundesbehörden die Ansiedlung von Industrie in den wasserreichen Alpentälern empfahl - und das in erster Linie, um die dortige Armut und Arbeitslosigkeit zu bekämpfen.

## **DIE GEBURT DER STROMFABRIKEN**

In den erwähnten Eingaben schlug Lauterburg auch vor, das schweizerische Wasserkraftpotential nochmals zu erheben und zwar durch Bundesstellen. 1888 und 1889 war das Zeitalter der Elektrizität mit Macht angebrochen und liess Grosses erwarten. Die Wende brachte die Entwicklung von Starkstromleitungen, die die Transportfrage lösten. 1884 erstellte der junge Genfer Rene Thury bei Biel eine 1,5 Kilometer lange Leitung, 1886 folgte ihm der kaum ältere Charles E. L. Brown bei Solothurn mit einer acht Kilometer langen Leitung, beide für Gleichstrom. Dann entwarf derselbe Brown die epochale Wechselstromübertragung, die 1891 vom Neckarstädtchen Lauffen über 175 Kilometer nach Frankfurt am Main führte. Das beschleunigte in der Schweiz den Bau von Wasserkraftwerken, weil diese nun zu eigentlichen Stromfabriken wurden und selbst entfernte Konsumenten mit Kraft (und darüber hinaus mit Licht und Wärme) versorgen konnten. So wurden damals unter anderem die mit über fünf Megawatt Leistung als Grossanlagen eingestuft Kraftwerke Chèvres an der Rhone unterhalb von Genf und Rheinfelden am Rhein oberhalb von Basel gebaut. Chèvres nahm seinen Betrieb 1896 auf, Rheinfelden 1898. Ihnen folgte 1900 in der gleichen Klasse das Kraftwerk Hagneck an der Aare, das 1903 mit dem kleinen Speicherkraftwerk Spiez verbunden wurde. Die 65 Kilometer lange, an Bern vorbeiführende Leitung legte den Grundstein zum schweizerischen Verbundnetz. Bei diesem handelte es sich um ein Starkstromnetz, das die Produktion der Mittelland- und Alpenkraftwerke aufnahm, abstimmte und für das ganze Land verfügbar machte. Es dauerte aber noch bis 1905, bis ein Alpenkraftwerk mit über fünf Megawatt Leistung erstellt wurde: die Anlage des Elektrizitätswerkes Engelberg-Luzern am Erlenbach.<sup>9</sup>



## KURZE ÜBERSICHT ÜBER DAS 20. JAHRHUNDERT

Die ersten beiden Drittel des 20. Jahrhunderts brachten in der Hydrometrie nicht viel neues. Selbstverständlich wurden die Messflügel perfektioniert, die Eichmöglichkeiten verbessert, andere Abflussmessmethoden eingeführt, die Pegelmessstationen weiter entwickelt und vermehrt, die zugehörigen Pegelrelationen (Abfluss-Wasserstands-Beziehungen) verfeinert, die Auswertverfahren für die Messungen modernisiert, die entsprechenden Publikationen den Bedürfnissen der Wasserwirtschaft und der Forschung angepasst usw. Die Anstrengungen der Hydrologen galten damals aber weit mehr der hydrologischen Forschung an sich als dem Messwesen. So wurden bemerkenswerte Fortschritte bei der Erklärung des Wasserkreislaufs in den verschiedensten Einzugsgebieten erzielt.

Im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts wurde diese Hydrologie gleichsam computerisiert. Die sogenannten numerischen Einzugsgebietsmodelle proliferierten dementsprechend und eröffneten bald Möglichkeiten, die weit über das hinausgingen, was sich mit den vorhandenen hydrometrischen Daten rechtfertigen Hess. Deshalb setzte in den 90er Jahren ein erfreulicher Trend zu weiteren hydrometrischen Entwicklungen ein, die sich aber wohl erst im 21. Jahrhundert auswirken werden.<sup>10</sup> Abschliessend sei ausdrücklich vermerkt, dass die Schweiz bezüglich dieser Entwicklung keinen Sonderfall darstellt, sondern im engen Verbund mit ihren Nachbarländern und andern Industrienationen stand und steht.

### Anmerkungen

- 1 Eckoldt Martin: Die Entwicklung des Wissens über das Abflussregime der Flüsse. Deutsche gewässerkundliche Mitteilungen, Sonderheft, Koblenz 1975, S. 45-51.
- 2 Escher Arnold: Escher als Gebirgsforscher, in: Hottinger J. J.: Hans Conrad Escher von der Linth, Charakterbild eines Republikaners (Nachdruck der Originalschrift von 1852), Glarus 1994, S. 403-406.
- 3 Pestalozzi Heinrich: Das Linthwerk in hydrotechnischer Beziehung, in: Hottinger (wie Anm. 2), S. 407-429.
- 4 Näheres findet sich in Vischer Daniel: Vom treibenden Blatt zum Messflügel, in: «100 Jahre Eichstätte für hydrometrische Flügel», Hydrologische Mitteilung Nr. 24 der Landeshydrologie und -geologie, Bern 1996, S. 23-38.
- 5 1 Knoten = 1 Seemeile pro Stunde = ca. 0,5 m/s.
- 6 Lambert Andre: Jaugeages du Rhône à Genève précédant la régularisation du Léman réalisée en 1886, in: «125 Jahre Hydrometrie in der Schweiz», Mitt. Nr. 9 der Landeshydrologie und -geologie, Bern 1988, S. 163-174.
- 7 Götz Andreas: Messungen als Grundlage für Gewässerkorrekturen (wie Anm. 6), S. 99-108.
- 8 Die Entwicklung dieses für die Wasserwirtschaft und den Gewässerschutz unentbehrlichen Dienstes wird beschrieben in: Emmenegger Charles: 125 ans d'hydrométrie en Suisse-Rétrospective (wie Anm. 6), S. 1-23.

- 9 Bezüglich der Einzelheiten der Elektrifizierung der Schweiz und deren Weiterentwicklung im 20. Jahrhundert sei verwiesen auf: Gugerli David: Redeströme. Zur Elektrifizierung der Schweiz, Zürich 1996.
- 10 Auf zwei Beispiele wird eingegangen in: Vischer Daniel: Ein Durchbruch in der Abflussmessung? Zeitschrift Wasser, Energie, Luft, 85. Jg., H. 7/8, Baden 1993, S. 137-139; Vischer Daniel: Vom Messflügel zum treibenden Blatt. Zeitschrift Wasser, Energie, Luft, 89. Jg., H. 1/2, Baden 1997, S. 11-12.

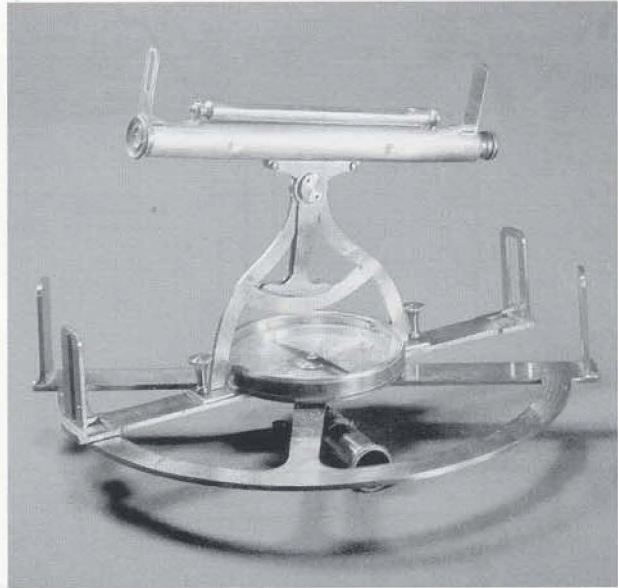


Abb. 1: Der erste Theodolit der Schweiz von Jacques Paul. Musée d'Histoire des Sciences, Genève.

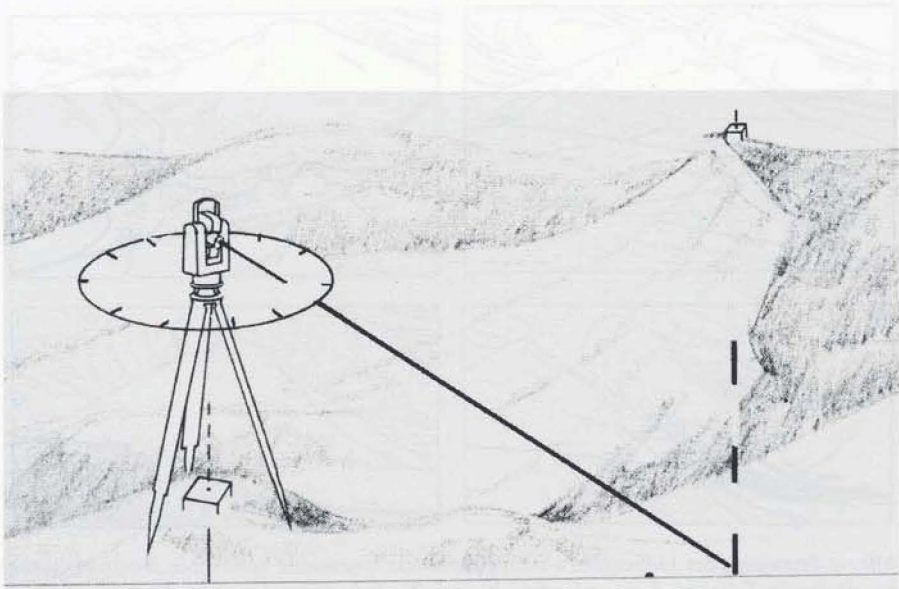


Abb. 2: Grundprinzip der Theodolitmessung. H. Ingensand.

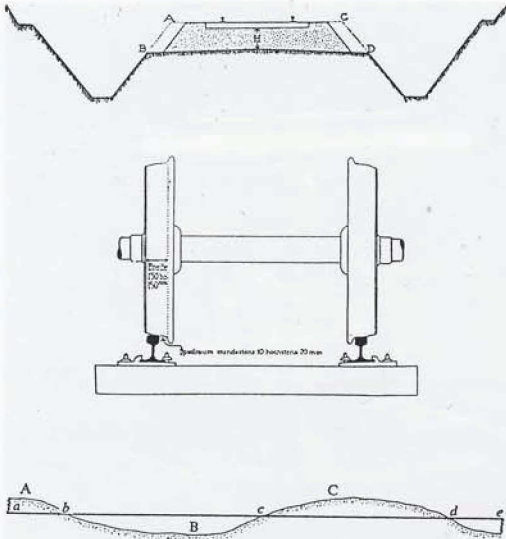


Abb. 3: Die Eisenbahn durchstößt als geschlossene Einheit von Rad (Spurweite, Achslast, Metergewicht) und Schiene (Radien, Steigung, Kunstbauten, Unter- und Oberbau mit Schotter, Schwellen und bestimmten Schienenprofilen) die Landschaft: A, C: Tunnel oder Einschnitt, B Brücke oder Damm. H.-P. Bärtschi 1997.

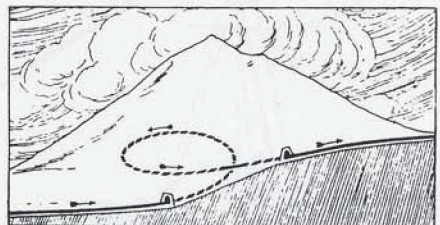
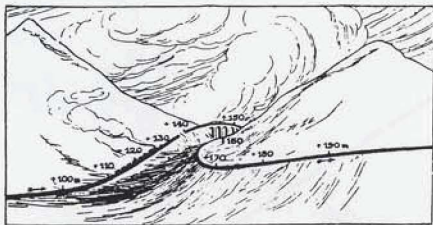
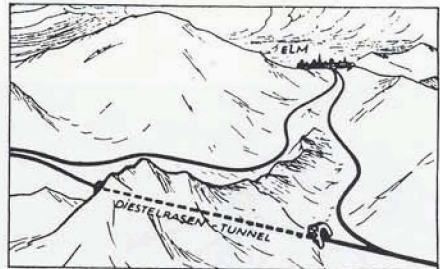
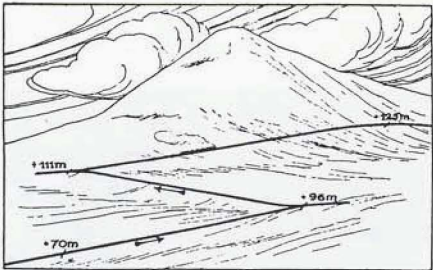


Abb. 4: Prinzipien der Höhenüberwindung durch die Eisenbahn: Spitzkehre, Bergumfahrung, Rundkehre im Seitental, Kehr- oder Spiraltunnel. Nach A. Fürst: Der Verkehr auf dem Land, Berlin 1924.

Abb. 5: Umsetzung von Bahnnormen in die Landschaft: Bahnzirkus Bergün-Preda mit Schmalspurtrasse, hoher Steigung und engen Kurven durch Spiral- und Kehrtunnel und Kehrdämme, die den Lawinenzügen ausweichen. Durchgehender Strich: Projektierte Linien, gestrichelt: Ausgeführte Variante. Bahnlehrpfad Bergün.

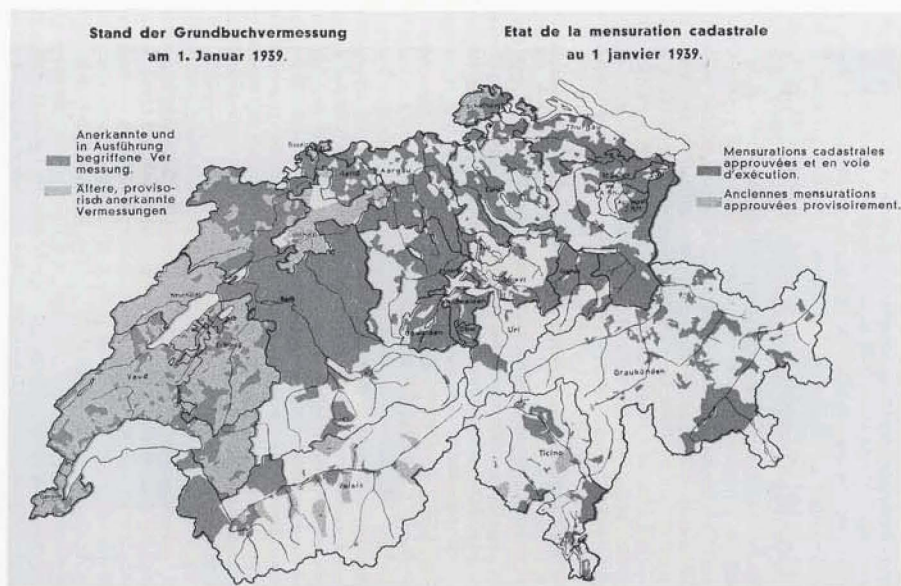
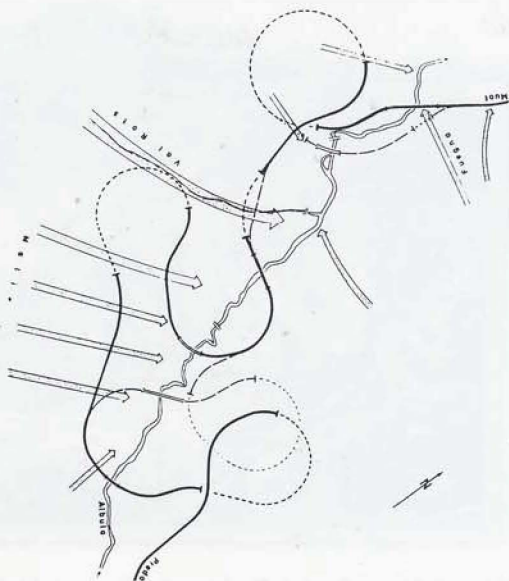


Abb. 6: Stand der Grundbuchmessung 1939. Die homogene kartographische Darstellung macht die Heterogenität des vermessungstechnischen Flickenteppichs deutlich. Nach Fachgruppenkomitee «Vermessung, Grundbuch und Karte» (Hg.): Vermessung, Grundbuch und Karte. Festschrift zur Schweizerischen Landesausstellung in Zürich 1939. Zürich 1939, S. 115.





Abb. 7: Balthasar Dunker, Titelvignette. Kupferstichkabinett Basel.

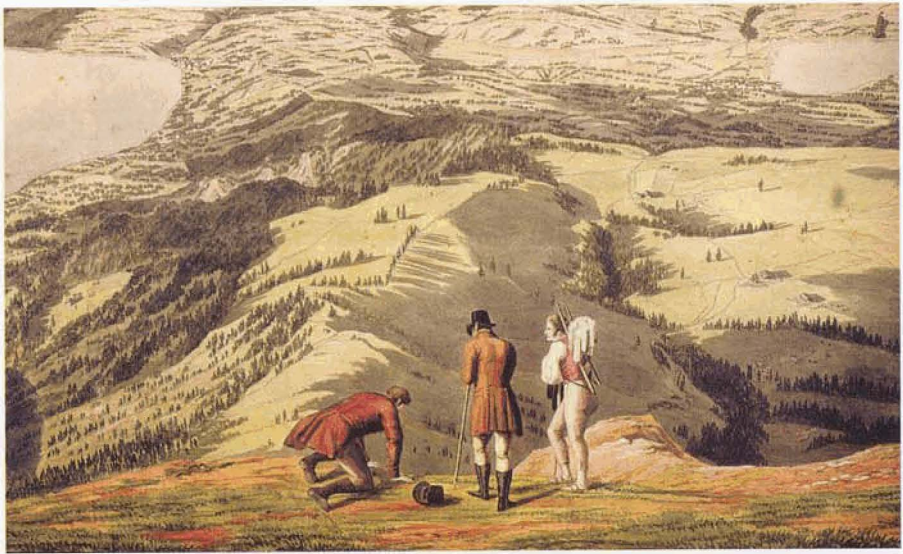


Abb. 8: Samuel Birmann, Rigi-Panorama. Kupferstichkabinett Basel.



Abb. 9: Caspar David Friedrich, Der Mönch am Meer. Staatliche Museen zu Berlin, Preussischer Kulturbesitz, Nationalgalerie.



Abb. 10: Franz Ludwig Pfyffer von Wyhers «Relief der Urschweiz» (1762–1786) aus der Vogelperspektive. Gletschergarten Luzern.





Abb. 11: Franz Ludwig Pfyffer von Wyhers «Relief der Urschweiz» (1762–1786) in einer Seitenansicht. Gletschergarten Luzern.

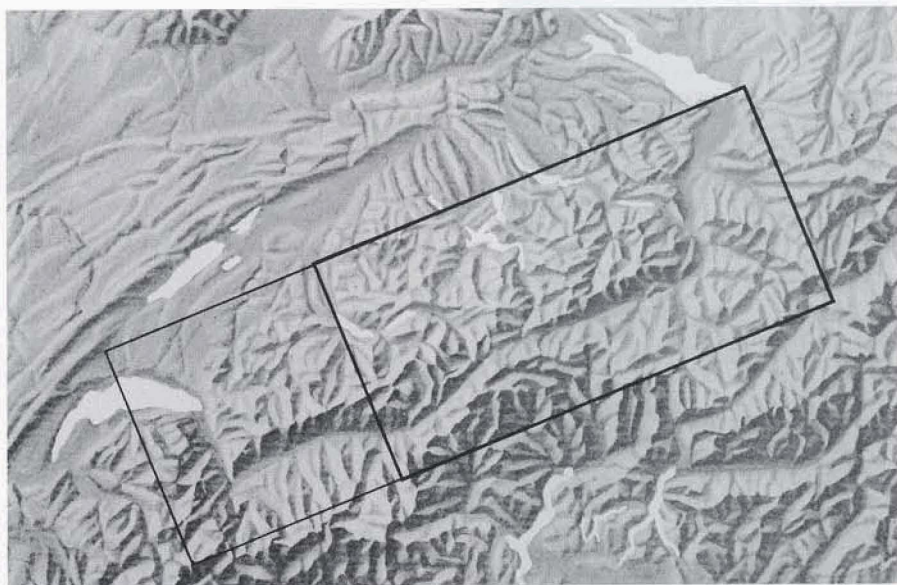


Abb. 12: Gebiet des nicht mehr existierenden Alpenreliefs von Joachim Eugen Müller. Nach Imhof Eduard: Bildhauer der Berge. Ein Bericht über alpine Gebirgsmodelle in der Schweiz, in: Die Alpen. Monatsschrift des Schweizer Alpenclubs 57 (1981), S. 104–166.





Abb. 13: Joseph Reinhard: Der Gemsjäger Johannes Heitz, Öl auf Leinwand, 1793, 70 x 49 cm. Bernisches Historisches Museum.



Abb. 14: Joseph Reinhard: Ulrich und Salome Bräker, Öl auf Leinwand, 1793, 70 x 49 cm. Bernisches Historisches Museum.



Abb. 15: Joseph Reinhard: Susanna Barbara, Johannes und Anna Maria Bräker, Öl auf Leinwand, 1793, 70 x 49 cm. Bernisches Historisches Museum.

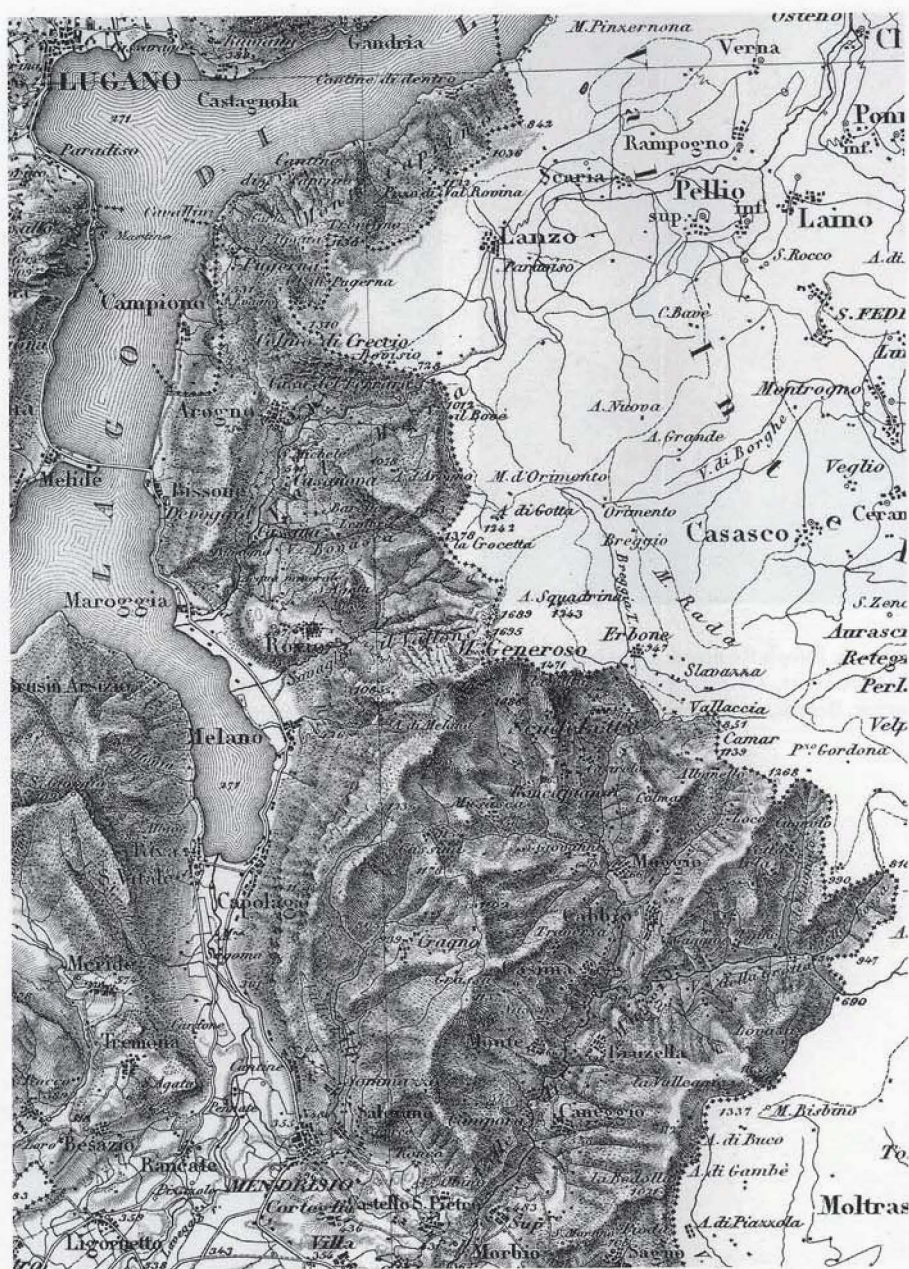


Abb. 16: Der Reliefeffekt der «Dufourkarte» bricht an der Landesgrenze ab. «Topographische Karte der Schweiz vermessen und hrsg. auf Befehl der eidgenössischen Behörden; aufgenommen und reduziert durch eidgenössische Ingenieure unter der Aufsicht des Generals G. H. Dufour» 1:100'000. Nachdruck der Erstausgabeblätter (1842–1864), Bern 1988. Ausschnitt aus Blatt 24.



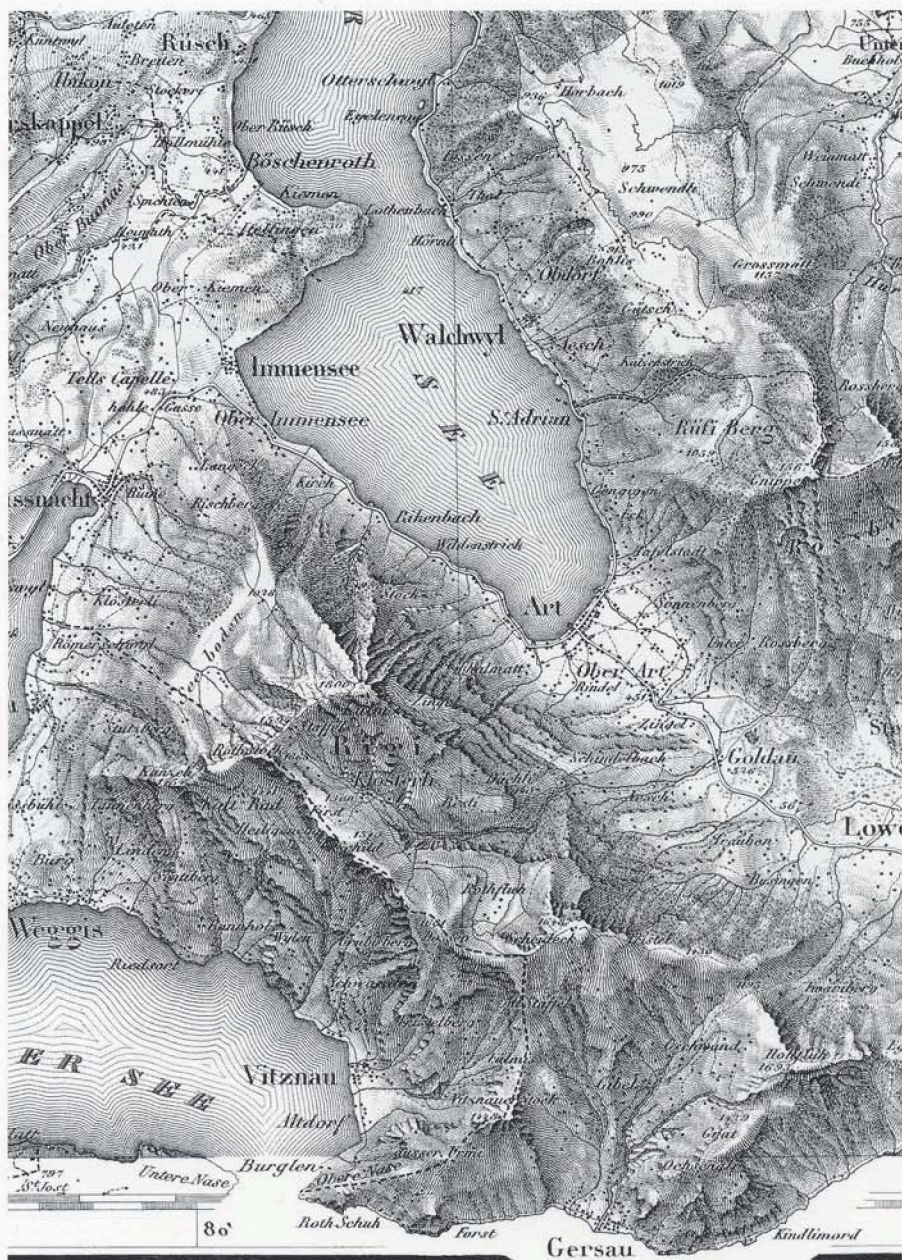


Abb. 17: «Topographische Karte der Schweiz vermessen und hrsg. auf Befehl der eidgenössischen Behörden; aufgenommen und reduziert durch eidgenössische Ingenieure unter der Aufsicht des Generals G.H. Dufour» 1:100'000. Nachdruck der Erstausgabeblätter (1842–1864), Bern 1988. Ausschnitt aus Blatt 8.







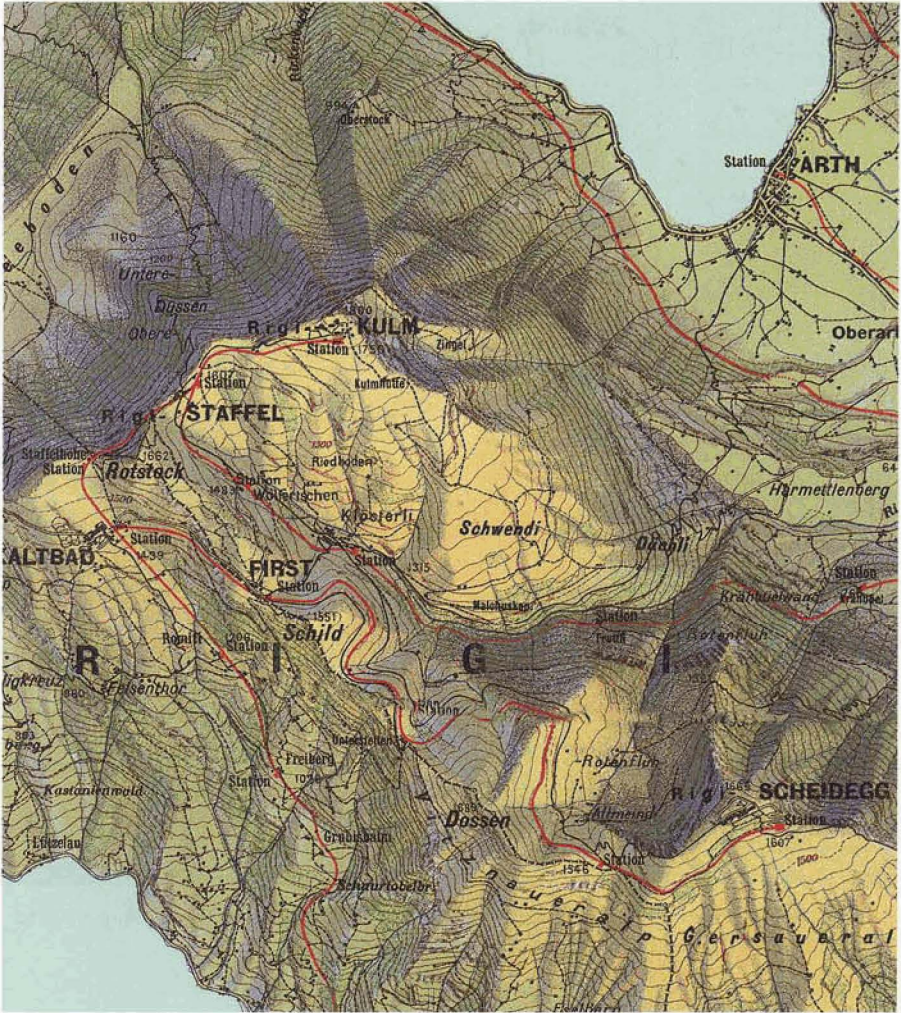


Abb. 19: Karte «Rigi» 1:50'000, um 1900. Entworfen und gezeichnet von Fridolin Becker. Reliefdarstellung mit Südbeleuchtung.

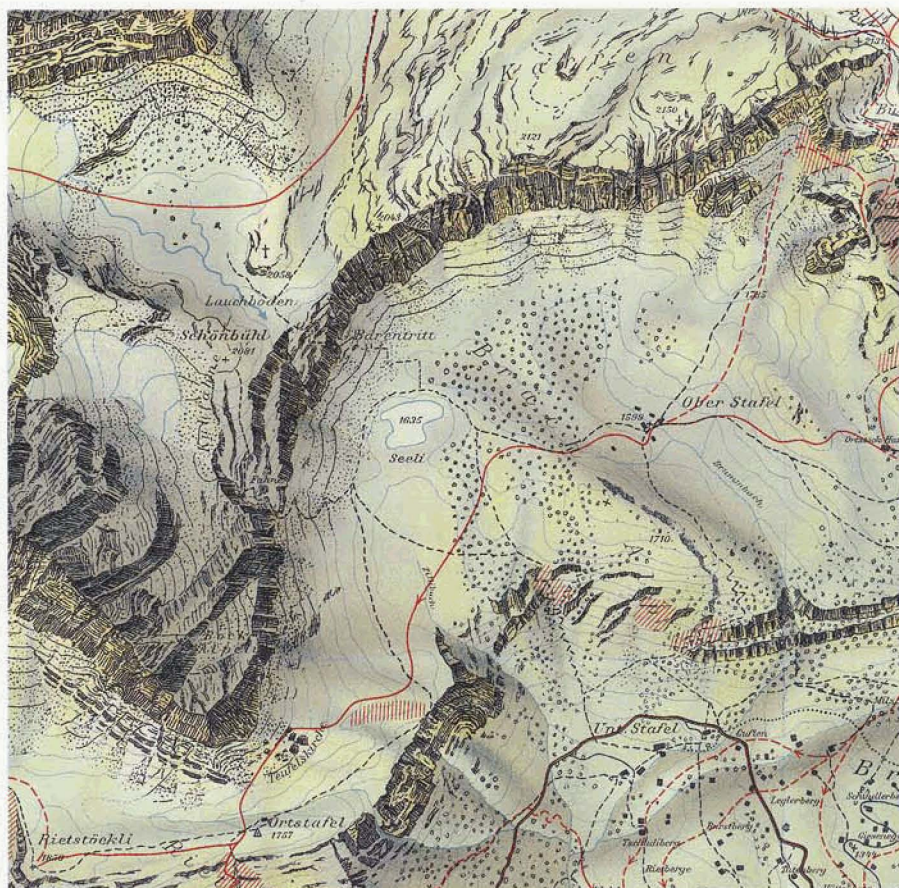


Abb. 20: Winter-Relief-Karte der Braunwaldberge 1:12'500. Mit Südwestbeleuchtung, von Hermann Hofer und Eduard Imhof, 1935. Verkleinerter Ausschnitt.



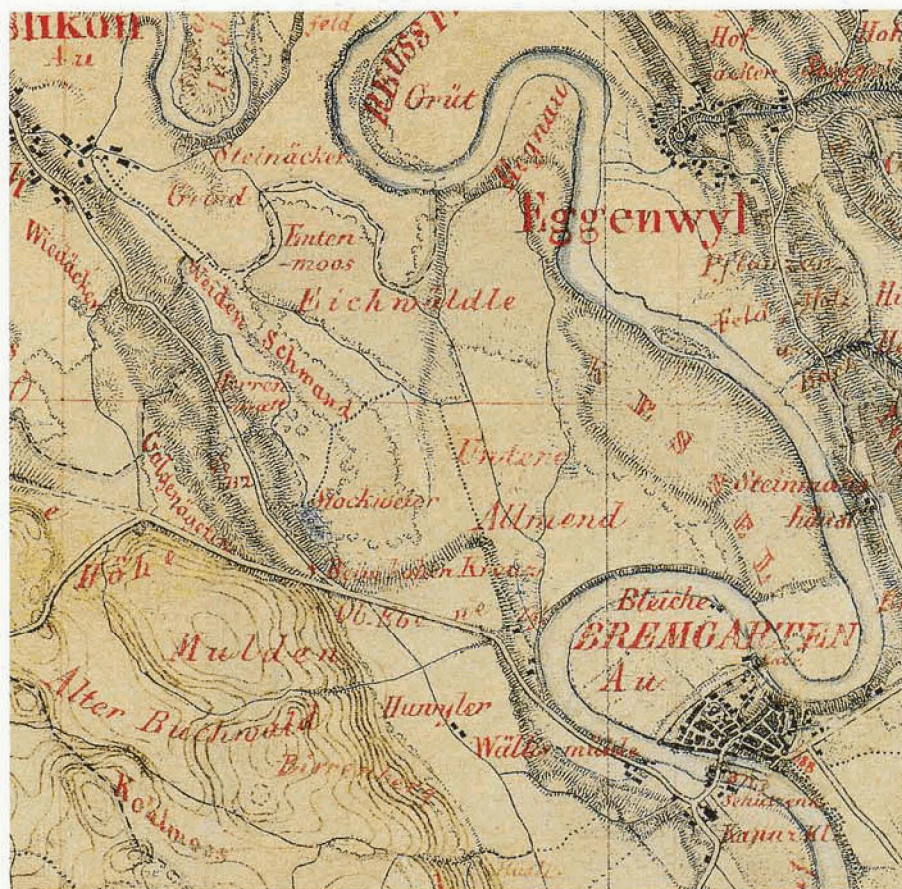


Abb. 21: Stichvorlage für die «Topographische Karte des Kantons Aargau» 1:50'000. Kombinierte Geländedarstellung mit Schraffen und nichtäquidistanten Formlinien. Auf 200% vergrößerter Ausschnitt aus der Originalzeichnung. Staatsarchiv Aargau.

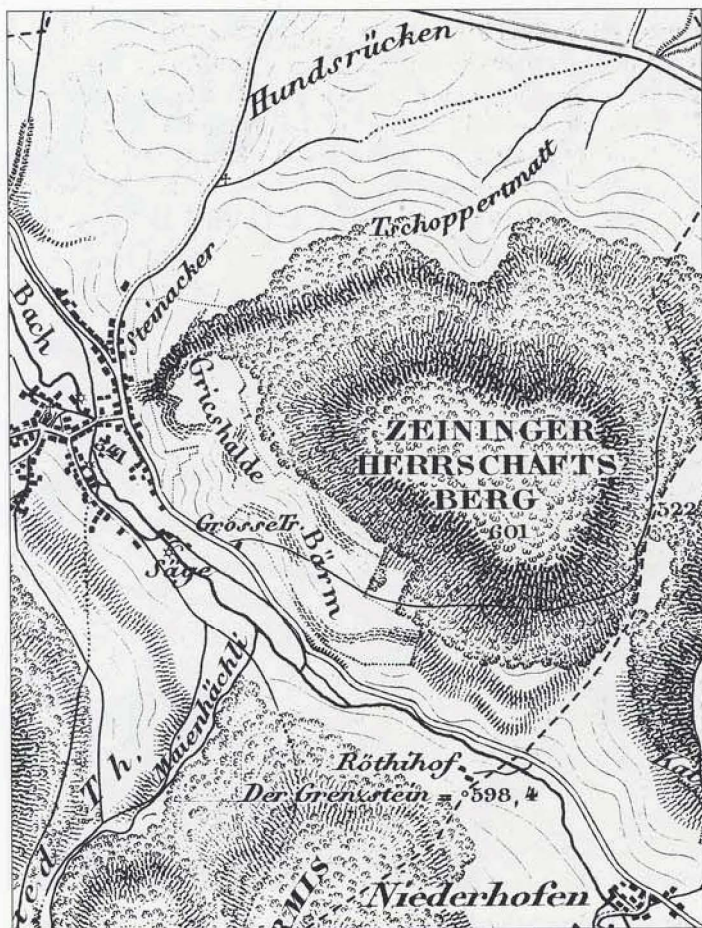


Abb. 22: «Topographische Karte des Kantons Aargau» 1:50'000, gestochen 1845 bis 1848. Zustandsdruck des Kupferstichs nach der Ätzung. Auf 200% vergrößerter Ausschnitt. Staatsarchiv Aargau.



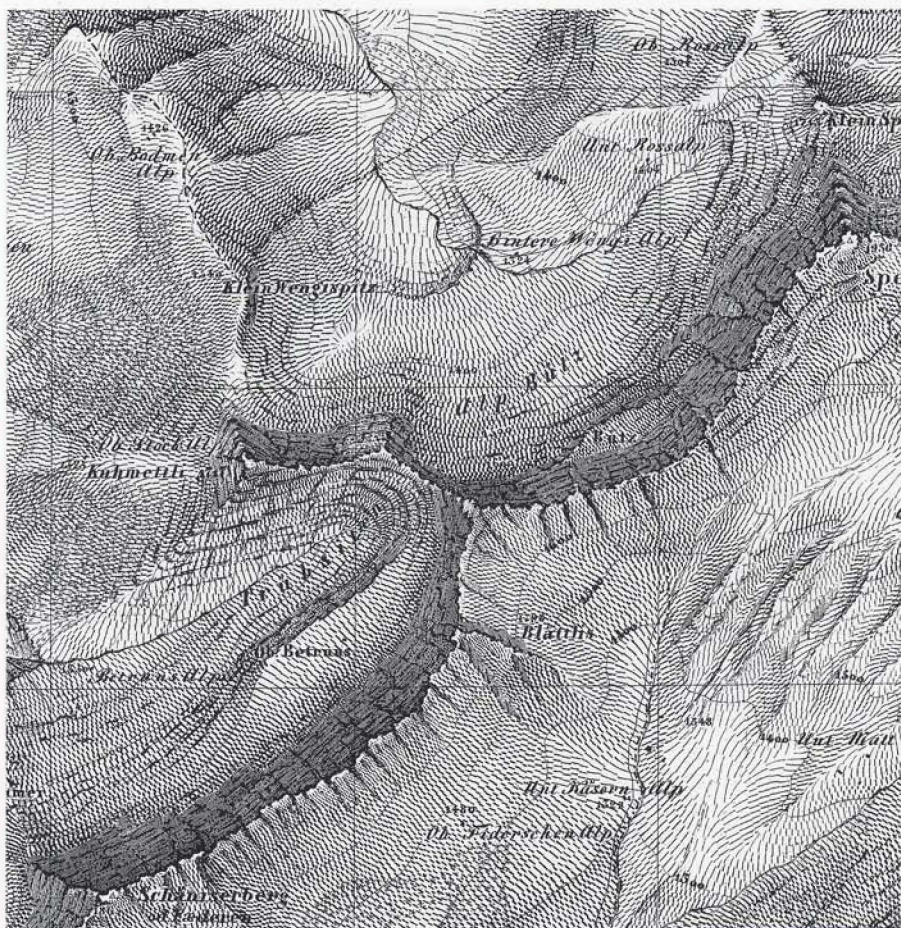


Abb. 23: «Topographische Karte der Cantone St. Gallen und Appenzell» 1:25'000, Steingravor 1846 bis 1854. Beispiel einer genetischen Felsdarstellung, kombiniert mit Schraffen und feinen Zählkurven. Ausschnitt aus Blatt Schänis.

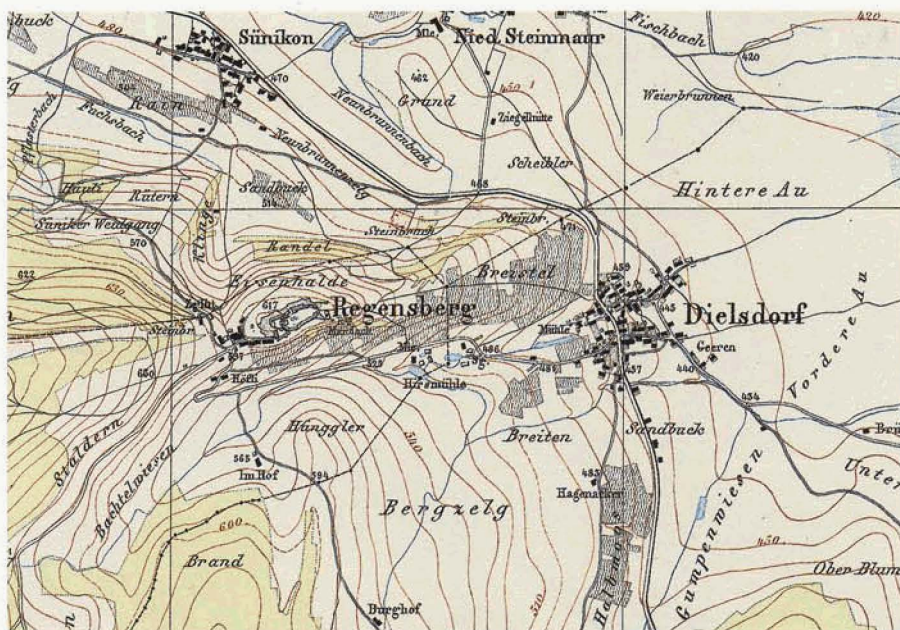


Abb. 24: «Topographische Karte des Kantons Zürich» 1:25'000, Steingravur 1852 bis 1868. Lithographierter Vierfarbendruck, Ausschnitt aus Blatt Regensberg.



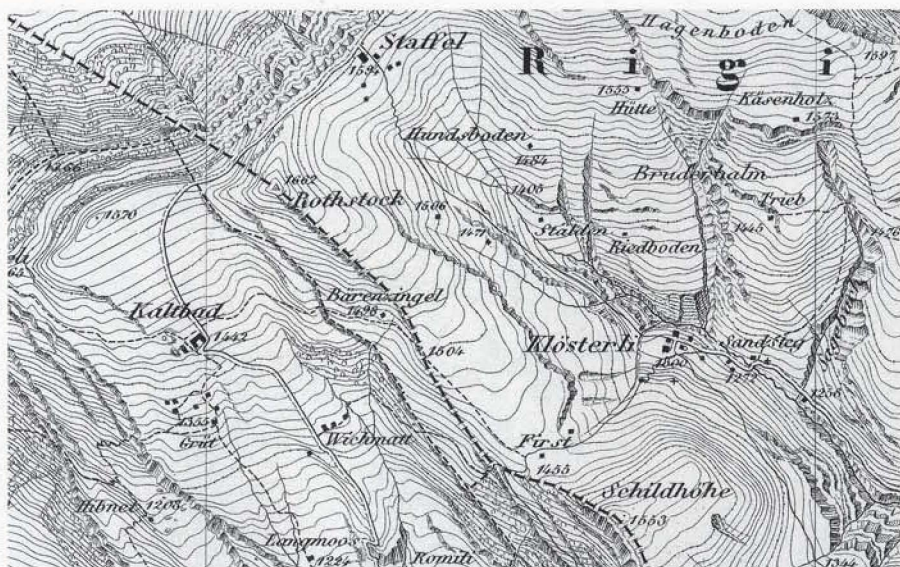


Abb. 25: «Topograpische Karte des Kantons Luzern» 1:25'000, Kupferstich. Erste Ausgabe 1864 mit Höhenkurven. Ausschnitt aus Blatt 8.

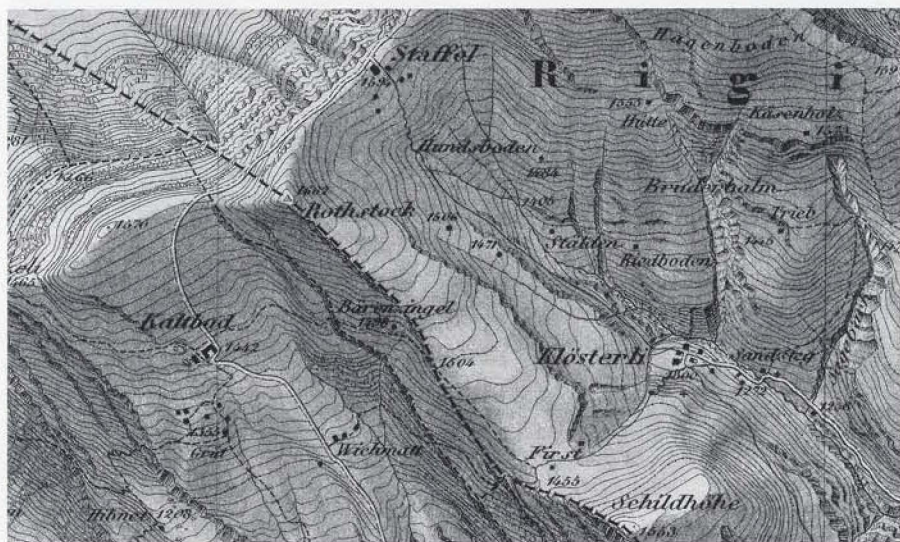


Abb. 26: «Topograpische Karte des Kantons Luzern» 1:25'000. Gleicher Ausschnitt wie Abb. 25, aber mit zusätzlichem Relieftön, der mit der Roulette erzeugt wurde.



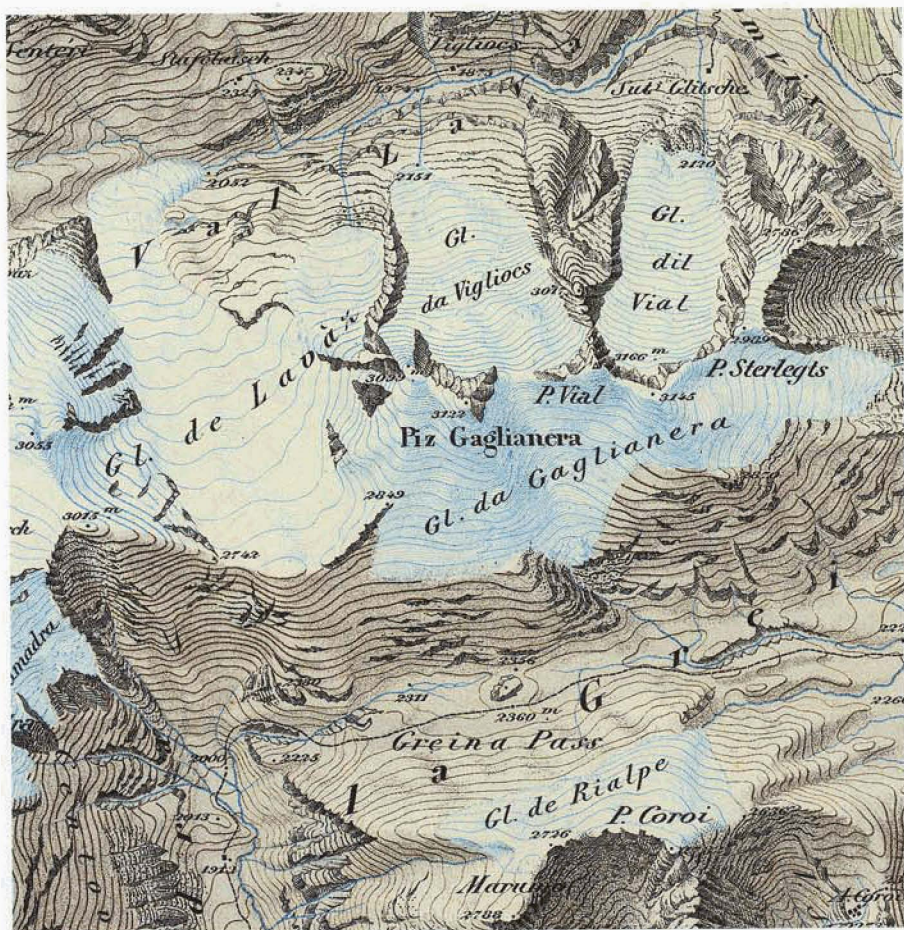


Abb. 27: «Karte der Gebirgsgruppe zwischen Lukmanier & La Greina nach Eidgenössischer Originalaufnahme. Exkursionskarte des Schweizer-Alpen-Club für 1865» 1:50'000. Ausschnitt aus der ersten farbigen Reliefkarte des SAC.

# Maasstäbe zur Karte nach dem Verhältniss von 1:25000.

a. Schweizer-Ruthen (1 Ruth = 10 Schweizer Fuss = 3 Met.)



## Zeichenerklärung.

- ▷ Δ ◊ Trigonometrisch-fixirte Punkte, im Innern der Orte gewöhnlich Thürme, und daher ebenfalls aus Mangel an Raum hierwider nur durch \* angedeutet.
- ✚ 11 Kirchen oder Kapellen (mit Glockenthürmen).  
Gottesacker (Friedhof).
- • • • • Mühlen. Sigmäthen.
- ■ ■ Häuser und jede Art von Mauerwerk (Gartenmauern, steinernen Brücken und Ställe, **Bauhöfen** sind durch die rote Farbe bezeichnet).
- ■ ■ Sumpfland (hierwider Torfboden).
- ■ ■ Hecken, Obstbäume.
- ■ ■ Gärten (die kleineren neben den Wohnungen gewöhnlich wegen Kleinheit des Kartenmaassstabs nicht bezeichnet).
- ■ ■ Waldung.
- ■ ■ Aekland. — Wiesen, Waidland und Acker sind unbekannt geblieben, weil die Grenzen zwischen diesen Cultivarten sehr veränderlich sind, und daher ihre Unterscheidung von Bildgenössischen H<sup>o</sup> Oberquartiermeister nicht gefordert wurde.
- — — — — Gemeindegrenzen.
- — — — — Bezirksgrenzen.
- — — — — Landesgrenze, — ist noch durch das Colorit der benachbarten Kantone kenntlich gemacht, wie wird beim Rheine, bei der Aare und Fluss durch den Thalweg oder die Stromlinie dieser Flüsse gebildet.
- — — — — Poststrassen 1<sup>te</sup> Classe.
- — — — — " " 2<sup>te</sup> Classe.
- — — — — Landstrassen (3<sup>te</sup> Classe).
- — — — — " " (4<sup>te</sup> Classe).
- — — — — Haupt- Verbindungswege von Ort zu Ort.
- — — — — Fahrbare Nebenwege.
- — — — — Fusswege.
- — — — — Nachen für Fußgänger. } (ohne und mit gepacktem Saite).
- — — — — Fährten für Fuhrwerke. }
- — — — — Fliegende Brücke.

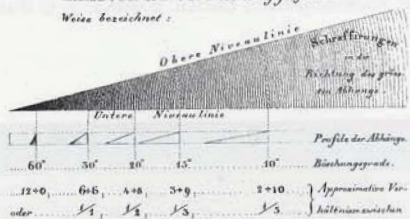
## Darstellung des Gebirge-Reliefs.

Hierüberhaupt eine sorgfältige orthographische Vorzeichnung der Gewässer eben das erste Mittel dar, um von den wechselseitigen Thalebendungen eines Gebirges einen richtigen Überblick zu gewinnen, so erhält dieses erste Mittel der Relief-Darstellung in dieser Karte des Augen's seine sichern Anhaltspunkte durch die den Hauptgewässern beigeigten Höhenzahlen, welche die Höhen der örtlich mit dem Wassergegell durch den Meeresniveau in Metern angeben. — Neben sonstigen örtlichen Punkten, z.B. bei Kirchthürmen, einzelnen etlichen Häusern, Stromen, Übergängen (Gebirgsübergängen) und Gipfeln, beziehen sich diese Höhenzahlen auf

## (Fortsetzung)

den natürlichen Boden, wenn die Ausnahme von dieser Regel nicht ausdrücklich angemerkt ist.

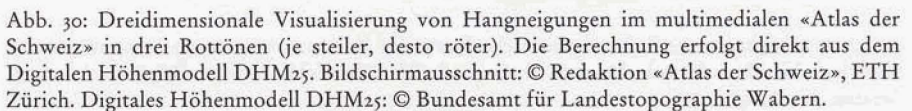
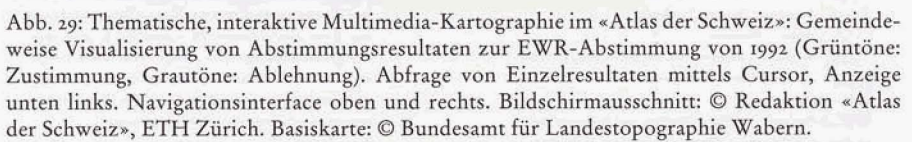
Die besondern Gestaltungen des Gebirges zwischen diesen durch Höhenzahlen absolut fixirten Gipfeln und Thalpunkten sind sodann dem praktischen Bedürfniss entsprechend, relativ durch Abhangs-schraffirungen dargestellt, welche überall die Richtung des grössten Abhangs verzeigen. Deshalb lässt sich an jeder beliebigen Stelle der Karte eine approximative Nivaulinie, oder Horizontalis (Curva auf der Erd-oberfläche, deren Punkte einerlei Höhe haben) vorzeichnen, weil man dasselbe nur durch die Schraffirungen überall zertrachtet eine Linie hindurchzieht. Die relative Stärke der durch die Schraffirungslinien angedeuteten Abhänge richtet sich also wieder genau nach den verschiedenen Abständen der correspondirenden Punkte zwischen zwei solchen imaginären Nivaulinien von einander, und ist in unserer Karte auf folgende Weise bezeichnet:



Will aber genöthigt der vorangeschickten Betrachtung die relative Stärke der Gebirgsabhänge zum Theil schon durch die Richtungen der corrector-zeichneten Schraffirungslinien ausgedrückt ist, und überdies die über die Laufhöhe reichlich vertheilten Höhenzahlen, in Verbindung mit den vorzeichneten horizontalen Dimensionen, über die Hauptverhältnisse der Abhänge ganz sichere Auskunft geben; so sind die bezeichneten Schwärzungsgrade der Bergabhänge immer nur so weit genau beobachtet, als dadurch die allgemeine Deutlichkeit der Darstellung nicht beeinträchtigt wurde. So oft dieses aber wegen eigenthümlicher Gestaltung des Gebirges und sonstiger zeichnerischer Nebenumstände der Fall gewesen wäre, ist man mehr oder weniger von jenen mechanischen Regeln über die Schwärzung der Abhänge abgegangen, und hat z.B. die eigenthümlichen Gebirgsbildungen bei Baden durch Beihülfe anderer artistischer Mittel (durch eine mit der Höhe zunehmenden Weissenheit der Schraffirungen und durch die Effecte einer schrägen Beleuchtung) anschaulicher zu machen gesucht.

Abb. 28: «Trigonometrisch-Topographische Karte des Kantons Aargau» 1:25'000, aufgenommen 1837 bis 1843. Ausschnitt aus der Legende/Blattübersicht, farbige Originalzeichnung. Staatsarchiv Aargau.





# DER LANDMESSER IN DER SCHWEIZER LITERATUR

THOMAS GLATTHARD

Die technische Beherrschung und kartographische Verfügbarkeit der Landschaft haben auch Künstler und Dichter zur Stellungnahme angeregt. Als Aussenstehende betrachten sie die technischen Errungenschaften, den Vermessungsakt und das kartographische Bannen aus einer anderen Sicht als die Ingenieure: einer sensiblen gesellschaftlich-sozialen Perspektive. In Kontext des Tagungsthemas ergeben sich folgende Fragen: Wie wird die Landschaftsvermessung reflektiert? Welche Funktion kommt der Figur des Landmessers und Geometers zu? Am Beispiel des Werkes von Hans Boesch und weiterer Schweizer Autoren und Autorinnen soll gezeigt werden, wie das Vermessen und Verändern von Landschaft wahrgenommen wird.

## VERÄNDERTE LANDSCHAFT-VERMESSENE LANDSCHAFT

Technische Entwicklungen verändern die Landschaft. Sowohl die (veränderte) Landschaft als auch die Landschaftsveränderungen werden in Kunst und Literatur konstatiert und reflektiert. Der Geometer in Heinrich Federers «Berge und Menschen» (1911) ist begeistert von seiner Arbeit. «<Das ist mein Fach>, fuhr Emil fort, <und du kannst mir's glauben, ein grossartiges Fach. Oder dünkt es dich keine Menschenkraft, auf diesen Fels, wo man noch nie eine Gemse stehen sah, mit Lokomotive und Wagen voll Menschen wie durch die Luft hinaufzufahren? - Da sieht man doch, was der Mensch kann! Dass er stärker ist als der stärkste Berg. Alles kann er. Du, ist das nichts?>»<sup>1</sup>

Landschaftsveränderungen bedeuten oft eine Banalisierung der Landschaft: Vom «Schnurgeraden Kanal» als «seltsames Symbol für eine technisierte Welt» schreibt beispielsweise Gerhard Meier 1977.<sup>2</sup> Landschaftsveränderungen werden erdrückend und erstickend wahrgenommen: Martin R. Dean fragt sich 1984 in der «Gefiederten Frau», wo es noch das nicht «durch Ingenieurzirkel und Landschaftsplaner geometrisierte Land» gebe, «keine Infrastruktur des alles erstickenden Wahnsinns».<sup>3</sup> Die Verursacher der Landschaftsveränderungen sind rasch ausgemacht und werden verurteilt. Hans Boesch kritisiert 1968 die Ingenieure in der «Fliegenfalle»: «Ingenieur? Er krächte los, Romantiker! [...] naive Narren seid ihr, wollt der Welt euren Garten Eden auf den Hals hetzen [...]»<sup>4</sup>

Die Veränderung der Landschaft beginnt jeweils mit der Landschaftsvermessung. Im «Bann», erschienen 1996, lässt Hans Boesch den Geometer Simon Mittler die Arbeit des *Vermessens* wie folgt beschreiben: «<Ich fasse an, vorsichtig, mit spitzen Fingern sozusagen, und lasse gleich wieder los.> [...] Das Dreieck, mit dem er die Welt einfing, mit dem alle Geometer die Welt einfangen und sie gleich wieder loslassen [...]. <Auf dem Papier und auf den Landkarten halte ich sie fest [...]. Genaugenommen mache ich Dreiecke. Und mit der Spitze des Dreiecks fasse ich die Welt.>»<sup>5</sup> Die Abstraktion der realen Welt ist in diesem Bild enthalten. Es stellt sich damit die Frage, inwieweit mit der Vermessung ein Raum- und Erfahrungsverlust verbunden ist und wie einerseits der Geometer und andererseits die Betroffenen damit umgehen. Hans Boesch, langjähriger Verkehrsplaner am ORL-Institut der ETH Zürich, hat eine Trilogie über unser Jahrhundert und den Geometer Simon Mittler geschaffen. Die Trilogie, in den letzten zwanzig Jahren entstanden, entspricht den drei geometrischen Formen Quadrat, Dreieck und Kreis. «Der Sog» (Simons Jugend) beruht auf dem Quadrat, der alten Hieroglyphe für Heim, «Der Bann» (Simon 30jährig) auf den Dreiecken des Geometers, dem Zerbrecchen des Quadrates, und der letzte Band «Der Kreis» (Simon pensioniert) nimmt das Motiv des Kreises auf, das magische Weltbild der (Urner) Bergler («Goldener Ring über Uri»), die zerbrochene Einheit zwischen Mensch und Natur am Vorabend der Jahrtausendwende.

Bereits im «Sog» (1988) wird dem Knaben Simon vorausgesagt: «Der ist genau. Der wird Gemeindeschreiber oder Grundbuchbeamter oder, sicher, Geometer.»<sup>6</sup> Damit werden das Genaue und Zuverlässige aber auch das Beamtenhafte und Pedantische der Geometer und der Vermessung angesprochen.

Die vermessenen und angeeigneten Landschaften werden im «Kreis» (1998) auch aus der Sicht der Betroffenen thematisiert. Die Vermessungen für den Bau des Albulatunnels erregten Aufmerksamkeit und Neugier: «Die messingenen Fernrohre der Geometer hingegen, die kleinen metallenen Wasserwagen, die Skalen wollte er sich gerne ansehen. Er redete vom Faden der Spinne, irgendein starker Faden von irgendeinem Spinnennetz, der ins Fernrohr gespannt worden sei und nach dem man die Geleiseachsen ausrichte; Höhe und Breite, Abweichungen. An einem Spinnenfaden würde die ganze Albulabahn hängen, hatte er gelacht.»<sup>7</sup> Die Arbeit der Geometer ist für den Laien kaum nachvollziehbar. Um seine Arbeit, um die Instrumente und Berechnungen entstehen Gerüchte und Geschichten: «Genauso arbeiteten die Ingenieure, habe Urgrossmutter gesagt. Nur sei da kein Sandhaufen, sondern ein Berg. Und da sei nicht irgendein Mann, der einen Sandhaufen zu umarmen versuche, um die Finger in den Sand zu stecken, sondern da sei ein Geometer, der über den ganzen Berg hin ein Netz von Linien lege. Visuren, nenne man die



Linien. Von Pflock zu Pflock, von Bolzen zu Bolzen, über Fels und Wasser und Schnee hinweg sei das Netz von Linien gespannt, und jede Linie sei berechnet, wie lang, wie hoch, wie schräg, was weiss ich. Und diese Linien seien eigentlich nichts anderes als der Brustkorb des Geometers, der sich über den Berg beuge und von links und von rechts seine Zeigefinger in den Berg stosse; Zeigefinger, welche die beiden aufeinander zu wachsenden Stollen im Berg vorzeichnen und denen die Mineure folgen würden.»

## DAS BILD DES GEOMETERS

Die liebevolle metaphorische Beschreibung kann nicht darüber hinwegtäuschen, dass sowohl die Arbeit von Geometern als auch jene weiterer Planer und Bauarbeiter die ansässige Bevölkerung oft in Angst und Schrecken versetzte. Sie erscheinen als ungebetene, unerwünschte Eindringlinge, die eigenmächtig Veränderungen vornehmen. So auch in Inglin's «Urwang» (1954) beim Bau eines Stausees für ein Kraftwerk in den Alpen: «Auch neue Leute tauchten auf, sie schürften rätselhafte Gräben in den Stutzhang, andere trieben sich planend, messend, rechnend herum.»<sup>8</sup>

Boesch's Geometer im «Bann» geht anfangs recht leichtfertig mit der Landschaft um: «Simon hatte nach dem Studium in Ingenieurbüros gearbeitet, hatte Grossprojekte gemacht, Landstrassen, Passstrassen, Autobahnen. Wenn er seine Strassenachsen in die Pläne legte, liess er in Gedanken einen Ozeandampfer der Achse entlangfahren; durch die Wellen aus Hügeln und Mulden liess er seinen Ozeandampfer pflügen und dachte sich aus, wie die Wellen zerschnitten würden, wie die Wellen aus Erde links und rechts wegspritzen würden vom Bug, zerteilt vom messerscharfen Kiel, wie der Schiffsrumpf sich einschneiden würde in die Wogen der Landschaft. Nicht anders als eine erstarrte Kielspur würde seine Autobahn verlaufen, quer durch die Wälder und Hügel des Mittellandes.»<sup>9</sup>

Das Fremdbild des Vermessers als Vorhut der Technisierung der Welt und der Landschaft fällt dementsprechend nicht sehr positiv aus. Inglin fragt in «Güldramont» (1943): «Was sieht denn so ein Landvermesser, der mit seinen Instrumenten herumläuft und nichts als Zahlen im Kopf hat?»<sup>10</sup> Eng muss der Blickwinkel sein, wenn die Landschaft nur noch als Objekt erkannt und in einem mathematischen Modell erfasst wird. Raum- und Erfahrungsverlust sind die Konsequenz. Wer an Vermessung denkt, denkt denn auch an Mogeleyen. So etwa Gerhard Meier in der «Toteninsel» (1979): «Man denkt an Landvermesser, die in Karten, das heisst in deren weisse Flächen, fiktive Flüsse, Berge, Dörfer, Ebenen oder Tundren mogeln.»<sup>11</sup> Die Kontrolle über

Arbeit und Resultate der Geometer ist nur wenigen möglich. Dies betrifft auch die Effektivität der Arbeit: «Leiste mir zuweilen einen Blauen. Das lässt sich einrichten in unsrem Beruf. Bin ja oft draussen», lässt Erika Burkart im «Weg zu den Schafen» (1979) den Geometer selbst zu Wort kommen, «und nun kannst Du Papier bewegen bis ans Ende deiner Tage und darüber hinaus.»<sup>12</sup> Die papierene Welt verweist erneut auf eine der Wirklichkeit entrückte Welt, auf Raum- und Erfahrungsverlust. Ziel der Arbeit sind nicht mehr der reale Raum und die reale Erfahrung des Menschen, sondern ein abstraktes Projekt. Die vom Projekt Betroffenen leben aber real in ihrer Umgebung und Erfahrungswelt. Jeder Eingriff muss für sie eine Bedrohung bedeuten.

## VERANTWORTUNG DES INGENIEURS

Wenn Misstrauen die Begegnung mit dem Geometer prägt, so ist doch zu fragen, zu welchem Zweck und in welchem Auftrag die Vermessung und anschliessende Landschaftsveränderung erfolgen. Sind der Ingenieur und der Geometer für ihre Projekte und Landschaftsveränderungen verantwortlich bzw. allein verantwortlich? Oder sind sie nur Ausführende von privaten und öffentlichen Auftraggebern?

Wohl zu kurz greift Hans Boesch's Geometer im «Kiosk» (1978), wenn dieser sagt: «Eine Marionette ist man, die Grenzsteine setzt, das ist alles.»<sup>13</sup> Die Verantwortung ginge allein an unsichtbare Hintermänner.

Auch Boesch's Geometer im «Bann» versucht sich aus der Verantwortung zu stehlen. Auf die Frage: ««Sie sind Ingenieur?»» antwortet er: ««Bewahre! Geometer. [...] Ich messe aus, das ist alles. [...] Ich betoniere das Land nicht zu [...]. Ich pflastere das Land nicht zu, meine ich.»»<sup>14</sup> Ursprünglich plante er Autobahnen; mit der Zeit bekam er jedoch Skrupel vor seinen landschaftsfressenden Planungen: «Doch später, als Simon auf der Baustelle stand, als die Baumaschinen, die riesigen Maschinen die Äcker vor sich herschoben, die Äpfelgärten zu Haufen türmten, die Scheunen eindrückten wie Pappkartons, als in durchwühlten Getreidefeldern die Tümpel sich dehnten, ölige, rostrote Wasserlachen in den Raupenspuren der Bagger, als der Bauer seine Kälber wegfuhr aus dem Stall und seine Frau die letzten Schoten abzupfte von den Stangenbohnen, dort, wo kein Garten mehr war, als Simon sah, dass alles weggewischt war mit schwerer Hand, wie ein Trinker das Gedeck vom Tisch wischt, als er sah, dass nichts geblieben war von seinem heiter bewimpelten Ozeanriesen, nichts von Vaters Blinzelaugen und Fahnen, kein freudiger Schrei - als er im rauchgrauen Abend stand, im Nebel überm Brachfeld, wurde er selber grau, fühlte er sich kalt werden, leblos, lieblos. Nicht anders als die

Einöde ringsum war er. Einen Sommer lang lief er über die zerstörten Felder, stand er auf den Brücken, ging er durch das verwüstete Ried. Dann, Ende September, meldete er sich beim Vermessungsamt, er wurde Geometer.»<sup>15</sup> Damit glaubte er sich der Verantwortung seiner Planungen entziehen zu können; Vermessung allein zerstöre nicht. Die Verantwortung wird weitergegeben.

Heinrich Federer behandelt in «Berge und Menschen» (1911) ebenfalls die Frage nach der Verantwortung. Eine Bergbahn - auf den Säntis - soll internationalen Tourismus in ein abgelegenes Berggebiet bringen. Federers Geometer Emil Manuss: «Wir, die Ingenieure, wir, die Technik, wir, die Kunst der Geometrie, sind schwächer als dieser Kerl (der Berg) da! Torheit! Nach Jahren käme ein anderer und baute die Bahn doch hinauf. [...] Von mir aus würde ich doch hier nie eine Bahn anlegen. Meinetwegen bliebe es hier still wie zu Adams Zeiten, wenn euch das wirklich besser gefällt. Ich habe den Plan nicht erfunden, zum Absome eine Bahn zu führen. Ich sage nicht, man solle sie bauen, und ich sage nicht, man solle sie nicht bauen. Das geht mich nichts an. Ich tue nur meine Pflicht als Geometer. Das ist mein Fach, mein Beruf! Ich wäre ein Narrenhäusler, wenn ich wegen Freunden oder Feinden der Bahn mein Messzeug einpackte und sagte: <Euch zulieb oder zuleid' tu' ich das nicht!> Dann gäbe es keine Ingenieure mehr.»<sup>16</sup> Schliesslich kann das Bergbahnprojekt doch nicht realisiert werden; Manuss beginnt ein Projekt für eine Bahn, die der Erschliessung der Dörfer und damit der Talgemeinschaft dient. Was nicht mehr im Roman geschildert wird: Die Bergbahn wird dann doch noch gebaut, von einem anderen Ingenieur und unter einer anderen Trägerschaft.

## SCHLUSS

Der Geometer und Ingenieur steht immer im Spannungsfeld Raum - Mensch - Projekt. Er hat Verantwortung für das Projekt übernommen. Das Projekt kommt in den Raum zu stehen, wo Menschen verwurzelt sind. Das Projekt ist vorerst abstrakt, räum- und erfahrungslos, bringt Neues. Der Geometer verkörpert das Neue, Eindringende, da er als erster in Erscheinung tritt, «planend, messend, rechnend».<sup>17</sup> Ist das Neue erst einmal zum Gewohnten geworden, wird es Bestandteil von Raum und Erfahrung: «An einem Spinnenfaden würde die ganze Albulabahn hängen, hatte er gelacht.»<sup>18</sup>

*Anmerkungen*

- 1 Federer Heinrich: Berge und Menschen (1911), Berlin 1937.
- 2 Meier Gerhard: Der schnurgerade Kanal (1977), Zürich 1982.
- 3 Dean Martin R.: Die gefiederte Frau (1984), München 1984.
- 4 Boesch Hans: Die Fliegenfalle (1968), Zürich 1968.
- 5 Boesch Hans: Der Bann (1996), Zürich 1996.
- 6 Boesch Hans: Der Sog (1988), Zürich 1988.
- 7 Boesch Hans: Der Kreis (1998), Zürich 1998.
- 8 Inglin Meinrad: Urwang (1954), Zürich 1968.
- 9 Boesch Hans: Der Bann (1996), Zürich 1996.
- 10 Inglin Meinrad: Guldramont (1943), Zürich 1968.
- 11 Meier Gerhard: Toteninsel (1979), Bern 1979.
- 12 Burkart Erika: Der Weg zu den Schafen (1979), Zürich 1979.
- 13 Boesch Hans: Der Kiosk (1978), Zürich 1978.
- 14 Boesch Hans: Der Bann (1996), Zürich 1996.
- 15 Boesch Hans: Der Bann (1996), Zürich 1996.
- 16 Federer Heinrich: Berge und Menschen (1911), Berlin 1937.
- 17 Inglin Meinrad: Urwang (1954), Zürich 1968.
- 18 Boesch Hans: Der Kreis (1998), Zürich 1998.

**VERMESSENE LANDSCHAFTEN**

**TECHNISCHE PROBLEMLAGEN  
AUS KULTURHISTORISCHER SICHT**



# VERMESSENE LANDSCHAFT? ZUR LANDSCHAFT IN ZEICHNUNG UND MALEREI UM 1800

YVONNE BOERLIN-BRODBECK

Der alte Begriff *Messen*, der (nach Grimm) einmal das Zuteilen bestimmter Mengen von Nahrung und Kleidung an die Glieder eines Haushalts bedeutet haben muss, ist Schlüssel zu einem ganzen Wortfächer: Die Begriffe Abmessen, Anmessen, Ausmessen, Bemessen, Durchmessen, Vermessen, Zumessen zeigen die exakte, rational bestimmte Handlung des Messens auf, aber alle können ebenso gut in übertragener Bedeutung gebraucht werden; das *Ermes-sen* gar bezeichnet die Leistung des Abschätzen-Könnens in hochdifferenziierten mentalen Bereichen. Die Verwendung des Begriffes *Messen* scheint also auch im schwer *messbaren* Bereich der Bildkünste, im speziellen der Landschaftsmalerei, nicht *unangemessen*.

Denn die Konnotation *Messen* gehört zur optischen Erfahrbarkeit von Landschaft. Als am Ende des Mittelalters die topographisch wiedererkennbare Landschaft als Gegenstand von Malerei und Zeichnung entdeckt worden war - so wie Konrad Witz (um 1400-1444/46) 1444 die Landschaft des unteren Genferseebeckens im Genfer Petrus-Altar zur Bildwürde erhoben hatte -, da war *Messen* wesentlich mitbeteiligt:<sup>1</sup> Das rationale Entschlüsseln und Umsetzen des realen Landschaftsraumes in die Bildfläche verlangt das *Augenmass* des Künstlers. In der Verschwisterung von Messen und Zeichnen war die Landschaft für das Auge des Menschen verfügbar geworden. Und fortan haben sich Messen und Landschaftszeichnen auch in den Tätigkeiten des Feldmessers und des Kartenzeichners bis ins 20. Jahrhundert eng berührt.<sup>2</sup> Immer wieder einmal haben Landschaftszeichner und -maler, bis zum Romantiker Joseph Anton Koch (1768-1839), ihrerseits ihr Metier bei Feldmessen gelernt.<sup>3</sup>

Dieses Metier des Malers und Zeichners beinhaltet allerdings - unabhängig vom Thema des Darstellungsgegenstandes - auch besondere, rein künstlerischen und darstellungstechnischen Zwecken dienende Mass-Systeme: Dazu gehört die Quadrierung, welche der Übertragung in ein grösseres oder ein kleineres Format dient. Bei der Ausarbeitung des Bildkonzepts können auch Konstruktionslinien zur Mittelachsen- und Mittelpunktbestimmung, Horizontlinien, Fluchtlinien und natürlich der seit der Renaissance als Norm für Ausgewogenheit und Schönheit der Verhältnisse geltende Goldene Schnitt eingesetzt werden.<sup>4</sup> Etwas von dieser grundsätzlichen Affinität des Künstlers zur exakten Empirie des

Messens spricht 1811 aus Georg Friedrich Kerstings (1785-1847) Gemälde «Caspar David Friedrich im Atelier I»: An der kahlen Wand im Zentrum des Bildes, direkt neben der Staffelei, sind - quasi als Altargerät des Malers - Palette, Massstab, Reisschiene und Winkel präsentiert. Die Instrumente des rationalen Messens ordnen sich dienend dem künstlerischen Schaffen ein.<sup>5</sup>

Fragt man aber direkt nach dem Vermessen von Landschaft als Thema und nach Bild-Indizien *gemessener* Landschaft, so finden sich Belege dafür naturgemäss am ehesten in der Kategorie der topographisch bestimmbaren Ansichten: Diese enthalten implizite den Anspruch massgerechter Darstellung. Seit dem 16. Jahrhundert kennen wir bei Landkarten und Vogelschauansichten von Städten - überall, wo wissensvermittelnde Funktionen wichtig sind - die meist am unteren Rand angebrachten Bildzeichen von Zirkel und Messlatte mit dem jeweils gültigen Mass-System. In dieser Tradition präsentiert 1703 das Widmungsblatt zur Radierungsfolge der «Fabbriche, e Vedute di Venetia» des für seine mathematische Begabung bekannten Zeichners und Malers Luca Carlevarij (1663-1730) im Vordergrund - als «Einstieg» und Voraussetzung - auf der steinernen Stufe vor der grossen Widmungstafel, hinter welcher der Stadtprospekt Venedigs sichtbar wird, eine ganze Sammlung von Zirkeln, Messinstrumenten und Zeichnungsutensilien.<sup>6</sup>

Im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts, zur Zeit von Spätaufklärung und Vorromantik, mehren und differenzieren sich, wie es scheint, die Belege für das Interesse des Landschaftszeichners und -malers an der forschenden Eroberung der Natur. Und zum Erobern haben von jeher das Messen und das Vermessen gehört.<sup>7</sup> Nicht umsonst erscheint 1777 im Werk des Alpenmalers Caspar Wolf (1735-1783) eine eigentliche Engführung der Tätigkeit des Landschaftsmalers und des Vermessers im Bild: Wolf hat 1773-1778/79 als Begleiter des an der bildlichen Erschliessung noch kaum begangener alpiner Landschaft interessierten Berner Kunstverlegers Abraham Wagner (1734-1782) und des Berner Alpenforschers Pfarrer Jakob Samuel Wytenbach (1748-1830), Mitbegründer der bernischen Naturforschenden Gesellschaft (1786), de Saussure-Übersetzer und Herausgeber des «Bernischen Magazins der Natur, Kunst und Wissenschaften» (1775-1779), zahlreiche Exkursionen bis hinauf in die Eisregionen unternommen: In situ hat Wolf auf kleinen Malkartons über einem Bleistiftgerüst rasch und locker Ölskizzen angelegt, welche er oft mit ergänzenden Notizen zu Topographie und Aufnahmezeit versehen hat. Danach sind im Atelier die Öl-auf-Leinwand-Fassungen entstanden, welche der Verleger Wagner in einer ersten Ausgabe als «Merkwürdige Prospekte aus den Schweizer-Gebürgen» (Bern 1777) in kolorierten Radierungen reproduzieren liess; die Begleittexte schrieben Albrecht von Haller (1708-1777) und Jakob Samuel Wytenbach.<sup>8</sup> Diese Ausgabe enthält eine Titelvignette von Balthasar Anton



Dunker (1746-1807), welche nebeneinander - und inhaltlich parallelisiert - den Maler an der Staffelei, den notierenden Gelehrten und die Vermesser (mit der für die Messung der Höhe des Staubbachfalls verwendeten Messschnur und der daran befestigten hölzernen Kugel sowie dem Massstab) in der Landschaft zeigt (Abb. 7).<sup>9</sup> Dunker hat für diese Darstellung eine Zeichnung von Wolf selbst verwendet, und zwar eine Vorstudie zum Gemälde «Grand Théâtre des Alpes et Glaciers». Diese programmatische Komposition des «Grand Théâtre», wo der Maler eine Art «Menukarte» der Alpenlandschaft aus verschiedenen, identifizierbaren Landschaftsteilen zusammenstellt, belegt, dass Wolf das Vermessen der Landschaft effektiv reflektiert hat: Auch hier wird - ebenfalls parallel zu einer Gruppe mit Zeichner - im Vordergrund rechts eine mit der Messschnur beschäftigte Staffagegruppe eingefügt. Die aquarellierte Vorstudie gewichtet dabei die nur leicht nach hinten gerückte Vermessergruppe ebenso als Touristenattraktion wie die Gruppe um den Künstler links vorne: Bei beiden setzen die Sonnenschirme der Damen die Bedeutungs-Akzente.<sup>10</sup> Messen und Zeichnen dienen gleichgewichtig dem Erkennen der grossen Alpennatur; das geometrisch-rechnerische und das künstlerische Umsetzen des Sehens ergeben transportierbare, kommunizierbare Resultate.

Wolfs Ölskizzen, Zeichnungen und die rund 200 Gemälde seiner systematisch aufgenommenen Alpenfolge sind also in Kenntnis der Messungen in der Landschaft entstanden und setzen das Wissen um die gemessenen Werte mit den Mitteln der Malerei in ein ästhetisch rezipierbares Bild um. Bezeichnenderweise finden sich in seinen Alpenlandschaften, wie Werner Busch nachgewiesen hat, auch die bildinternen Massverhältnisse des Goldenen Schnitts.<sup>11</sup> Derselbe Wolf, der Seesturmszenarien oder die Landschaft des Unteren Grindelwaldgletschers mit vorromantischem Natur-Pathos erfüllt («Gewitter und Blitzschlag am Unteren Grindelwaldgletscher»), berechnet die Komposition seiner Alpengemälde und erweist sich auch in seinen späten Jahren im Rheinland als ein sorgfältiger Konstrukteur von Architektur-Perspektiven.<sup>12</sup> Neben Sturm und Drang-Empfindsamkeit scheint vermessende Rationalität eines der wesentlichen Elemente seiner Kunst zu sein. Damit befindet er sich mit in jener grösseren Entwicklung, welche 1808 in Alexander von Humboldts (1769-1859) Forderung der «ästhetischen Behandlung naturhistorischer Gegenstände» gipfelte: Die zunehmende Empirie und die neuen naturwissenschaftlichen Resultate sollten in literarischen oder malerischen Darstellungen der Landschaft zusammengefasst werden und in der künstlerischen Überhöhung neue Aussagekraft gewinnen. Und noch etwas später hat der Mediziner, Maler und Freund Caspar David Friedrichs (1774-1840) Carl Gustav Carus (1789-1869) in seinen zwischen 1815 und 1824 entstandenen «Briefen über Landschaftsmalerei» von «Kunst als Gipfel der Wissenschaft» gesprochen.<sup>13</sup>

In diesen Jahrzehnten vor und nach der französischen Revolution haben die altbekannten, nun perfektionierten Zeichenapparate und neu entwickelte Medien wie die Panoramen ein neues, auf technische Methoden gestütztes Verfügen über die Landschaft ermöglicht.<sup>14</sup> Die erste Welle der nach langen Vorläuferreihen einsetzenden Panoramen hat sowohl in ihren Klein- (ab 1779) als auch in ihren Grossformen (ab 1787) die bisherigen Konventionen des Landschaftsehens und der Bildrezeption verändert. Das Erlebnis der für das kompensatorische Sehvergnügen und die Wissensmehrung der Grossstadtmassen geschaffenen Grosspanoramen, die - meist von einem erhöhten Standort aus aufgenommen - einen schrankenlosen Rundumblick in die Illusion einer gemalten Welt ermöglichten, zwang die Betrachter zum Aufbruch ins scheinbar *unermesslich* Offene. Vergleichbare «Wahrnehmungskatastrophen» auf exponierten Aussichtspunkten in der realen Landschaft diagnostiziert Andreas Bürgi in Reiseberichten der Spätaufklärung.<sup>15</sup> Im Grosspanorama, vor allem in Stadtpanoramen, die von einem erhöhten Punkt aus den Blick über eine Stadt weit ins umgebende Land hinaus zeigten, bestand der Schock des optischen Aufbruchs - unter anderem - im relativ raschen Verlust des Massstabs, wie er jeweils im Vordergrund anhand von Dachfirsten oder Strassenzügen noch nachvollziehbar war.<sup>16</sup> Und dieser Schock dürfte dem Erlebnis der ersten Ballonfahrten in diesen Jahren nicht unähnlich gewesen sein. Die «Ballon-Perspektive» in der Landschaftsmalerei jedenfalls, nämlich der in einer gewissen Höhe über dem Boden «schwebende» Standort des Zeichners oder Malers - was den logischen Zugang vom Betrachterstandort zum gemalten Landschaftsraum verunmöglichte -, wirkte in der Romantik spürbar nach.<sup>17</sup> In der Kunst des Panoramas aber wurde in diesen Jahrzehnten am Aufbruch zur Moderne eine Krise des herkömmlich *Messbaren* vielleicht zum ersten Mal auch für ein breites Publikum augenfällig.

Dabei ist das Panoramazeichnen, bei dem die von einem bestimmten Punkt aus mit dem Blick erreichbare Landschaft unter Berücksichtigung der Verzerrung auf eine als ringsum laufend gedachte (meist vertikale) Bildfläche übertragen wird, der Ingenieurarbeit verwandt.<sup>18</sup> Die enge Verbindung von Messen mit der zeichnerischen Übertragung der gesehenen Landschaft auf den als seitlich unbegrenzt gedachten Bildstreifen eines Panoramas (sei es nun eines Gross- oder eines Kleinpanoramas) hat Martin Rickenbacher für das früheste wissenschaftliche Alpenpanorama, das radierte Kleinpanorama des 1754 entstandenen «Prospect géométrique» des Genfer Physikers Jacques-Barthélemy Micheli du Crest (1690-1766) nachgewiesen.<sup>19</sup> Und im 1779 veröffentlichten Band I der «Voyages dans les Alpes» bezieht Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) die Elemente von bildlicher Landschaftsdarstellung und Vermessung gleichberechtigt in den wissenschaftlichen Diskurs ein. Eine dieser Illu-

strationen, mit denen argumentiert wird, ist das von Marc-Théodore Bourrit (1739-1819) nach den (bereits 1776 konzipierten) Anweisungen von de Saussure gezeichnete Horizontalpanorama vom Mont Buet: Diese «Vue circulaire des Montagnes qu'on découvre du Sommet du Glacier de Buet» zeigt die wie aus einer fiktiven Ballon-Perspektive über dem Gipfelgletscher aufgenommene Rundumansicht, welche der Zeichner - über einem Horizontkreis und indem er das Blatt beim Zeichnen drehte - Sektor für Sektor in die Fläche gelegt hat. Dieses Bild-Verfahren setzt das räumliche Rekonstruktionsvermögen auch des Betrachters voraus, bezieht also den Bildbetrachter in das vermessersische Denken ein.<sup>20</sup>

Neben diese irritierend «aktivierende» Rolle des Panoramas war von Anfang an seine Funktion der Vermittlung von Wissen über das dargestellte Stück Umwelt getreten.<sup>21</sup> Das rationale Element der Wissensvermittlung ist auch bei der Panoramenproduktion des Basler Zeichners Samuel Birmann (1793-1847) wichtig. Birmann hat zwischen 1811 und 1824 eine Reihe von Kleinpanoramen aus der Landschaft um Basel und aus den Alpen geschaffen, bei denen die topographische Genauigkeit durch Angaben zu Standort, Horionthöhe, Beleuchtungsstand und Entstehungszeit unterstützt wird:<sup>22</sup> Die Zeit wird quasi mit gemessen. In manchen - nur als Studienblätter erhaltenen - Panoramen benennt er jeweils auch die wichtigsten örtlichen Fixpunkte: Wie bei Caspar Wolfs vor Ort aufgenommenen Ölstudien gehört das Beschriften der Fixpunkte im Bild zum «Ermessen» der Landschaft.

In seinem aquarellierten Panorama vom Wisenberg von 1813, das der junge Birmann wahrscheinlich wie alle seine Panoramen Sektor für Sektor über den Daumen gepeilt abgemessen hat, wird sogar - (wie seinerzeit bei Caspar Wolf) aus der Distanz des primär künstlerischen Zeichners - die wissenschaftliche Vermessungsmethode im Bild reflektiert: Links, unter dem tannenen Vermessungssignal, sitzt der Basler Mathematiker Daniel Huber (1768-1829), der damals die moderne Vermessung der Landschaft Basel begonnen und gleichzeitig wie der Zeichner Birmann auf dem Gipfelplateau des Wisenbergs gearbeitet hat, beim Vermessen mit dem Theodoliten.<sup>23</sup> In der Ferne der zu Rheintal und Mittelland absteigenden Jurahöhen hat Birmann mindestens zwei Triangulationspunkte eingezeichnet. Der Akt des Vermessens ist Teil der künstlerischen Aussage, welche bei Birmann, dem Freund des Geologen Peter Merian, immer auch das in geologischen Zeiten *Gewordene* der Landschaft und später zunehmend die der Natur, vor allem der Alpen inhärente Dynamik thematisiert.<sup>24</sup> Damit nähert sich Birmann dem von der Humboldtschen Maxime der «ästhetischen Behandlung naturhistorischer Gegenstände» (1807) bestimmten Prinzip der «Erdlebenbilder» der romantischen Landschaftler Carl Gustav Carus und Joseph Anton Koch. Jutta Müller-Tamm hat dieses Kon-

zept der Verbindung von Kunst und Wissenschaft als «Teil der Programmatik romantischer Naturforschung, die sich als Korrektiv der neuzeitlichen Wissenschaftsentwicklung versteht», dargestellt.<sup>25</sup>

Ein solches Korrektiv der eigenen Exaktheit in der Landschaftsschilderung, auch des Themas der modernen wissenschaftlichen Vermessung, welches er in seinem Panorama vom Wisenberg verbildlicht hatte, findet sich nun in Birmanns 1814 entstandenen Panorama von Rigi-Kulm (Abb. 8).<sup>26</sup> Hier zeigt sich eine Ambivalenz in der Erfahrung des Landschaftsraumes, wie sie nicht nur für die Form des Panoramas, sondern überhaupt für die kritischen Jahrzehnte um 1800 typisch ist. Bei den Varianten des Verhältnisses zur Landschaft, die hier die verschiedenen Staffagegruppen instrumentieren, wird das deutlich angesprochen: Neben dem *Genuss* der Landschaft in der Touristengruppe und der archaisierenden *Nutzung* beim Alphirten mit seiner Herde zeigt sich in der Figurengruppe rechts, bei den Herren mit aufgerollem Panorama und Kartenmaterial, wissenschaftlich interessiertes, objektbezogenes und *vermesserisch* denkendes Wissen-Wollen. In der Mitte jedoch, hart am Abgrund, ist in den Rückenfiguren der zwei Stehenden und des Knienden, der in die Tiefe blickt, das subjektive «Ermessen» der Distanz zu lesen: Es führt zur Nachdenklichkeit, zum Berührt-Werden durch die Distanz und letztlich zur Transzendierung der Distanz. Nicht von ungefähr begegnet dasselbe figurale Zeichen des In-die-Tiefe-Blickens vier Jahre später (1818) in Caspar David Friedrichs (des fast zwanzig Jahre älteren) «Kreidefelsen auf Rügen»: Dieses Zeichen des subjektiven Erlebens der Distanz, des Ermessens des Ungemessenen, gehört also mitten ins Zentrum der Raumerfahrung der deutschen Romantik.<sup>27</sup>

Rückenfiguren als Chiffren des Distanz-Legens begegnen einem bei den Landschaftern der Romantik immer wieder. Der der Landschaftstiefe zugekehrte Betrachter, der sich in die Landschaft hinein bewegende Pilger, der Wanderer, - der Wanderer überhaupt - sie zählen allerdings zu den alten Mitteln des Distanzen-Bezeichnens im Bild.<sup>28</sup> Diese sind grundsätzlich mit der Erfahrung des sich von einem Punkt zum anderen Fortbewegens verbunden: Und just in den Jahrzehnten um 1800 scheint auch das Messen dieser Erfahrung nicht geringgeschätzt worden zu sein; jedenfalls waren Instrumente zum Messen des beim Gehen, Fahren oder Reiten zurückgelegten Weges zahlreich in Gebrauch.<sup>29</sup> Spätestens seit dem 16. Jahrhundert erschliessen allerdings in der Bildtradition der Landschaftsdarstellungen nicht nur Figuren, die unterwegs sind, und Rückenfiguren, die ihren Blick ins Bild hinein richten, Raumtiefe; das relative Abschätzen einer Strecke erlauben auch Grösseneinheiten, die dem Mass des Menschen verwandt sind (Wege, Brücken, Bäume, Zäune, Steine, Wegzeichen wie Kreuze und Wegkapellen). Aber auch da gibt es Hinweise auf eine typische Bedeutungserweiterung solcher Wegzeichen in

der deutschen Romantik: Der anthropomorphe Wegweiser, dem Caspar David Friedrich um 1800-1802 eine eigene Zeichnung widmet, überträgt die Konnotation Wegrichtung, Distanz und Messen in den Symbolbereich Lebensweg.<sup>30</sup>

In Literatur, Musik und bildender Kunst der Romantik, wo die Vorstellung des Wanderers so oft erscheint, legt dieser Wanderer, der Fremdling, der unterwegs ist (wie ihn Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling, 1775-1854, definiert) und den man oft nur als Rückenfigur sieht, Distanz im räumlichen, zeitlichen und im übertragenen Sinn:<sup>31</sup> Es geht, wie in Samuel Birmanns Rigi-Panorama, neben dem Messen (auch neben dem Erleben des Messens im Schritt) zentral um das Ermessen, das Nachdenken über die Distanz. Die Subjektivierung des Vermessens von Landschaftsraum und Zeit hat in einer Skizzenbuchzeichnung Caspar David Friedrichs von 1802 sinnbildhafte Qualität gewonnen: Ein nachdenklicher Wanderer sitzt mit aufgestütztem Kopf neben einem Wegstein oder Meilenstein, der das Zeichen des Posthorns trägt und auch Stundenstein ist. Unter dem Posthorn steht der Vermerk «nach Hayneichen 1 1/2 Std.» Der Wanderer durchmisst in Gedanken die Distanz und die Zeit, die hinter ihm und die vor ihm liegt.<sup>32</sup>

Für die vielen, quasi auf der Schwelle zur Raumentiefe stehenden Rückenfiguren bei Caspar David Friedrich aber - es sei an die «Frau vor der untergehenden Sonne» (um 1818) im Folkwang Museum in Essen oder den «Mondaufgang am Meer» (um 1821) in der Berliner Nationalgalerie erinnert - mag uns die bedeutungsvoll isolierte Figur des Malerfreundes in Georg Friedrich Kerstings Zeichnung «Caspar David Friedrich auf der Riesengebirgswanderung» (1810) als eine Art Leitmotiv gelten.<sup>33</sup> Der Wanderer mit der über den Rücken gehängten Mappe steht auf einem kleinen Stück Boden vor einer imaginären, in der Zeichnung nicht Form gewordenen Landschaft: Er ist, wie Friedrichs eigene Rückenfiguren, Identifikationsfigur für den Betrachter; durch ihn *ermisst* oder *erdenkt* der Betrachter den in der Zeichnung selbst nicht näher definierten Raum des Bildes.

Um 1800, in den Jahrzehnten der grossen Brüche der Revolution und ihrer Folgen, erfährt die aufklärerische, entdeckende Lust am Vermessen von Landschaftsraum in Malerei und Zeichnung - wie wir sie bei Caspar Wolf und noch bei Samuel Birmann registriert haben - eine krisenhafte Doppelung: Die in der Staffage verdeutlichte Sprache der Landschaftsbilder verrät jetzt nicht nur den Sinn für das Messen, sondern auch (und über das immer noch mit Rationalität verbundene *Ermessen* hinaus) dessen Zurücknahme in innere Welten, den Rückzug in die Verinnerlichung. In Caspar David Friedrichs «Mönch am Meer» von 1809 (Abb. 9), wo in einem (wie im Panorama) ohne seitliche Begrenzung auf das Unendliche hinaus geöffneten Raum die kleine

Figur des Mönchs am Meeresufer den einzigen - und hier im Grunde nicht mehr tauglichen - Massstab abgibt, hat das komplexe Verhältnis von Mass und Unmessbarkeit, das zum Raumbewusstsein der Zeit um 1800 gehört, einen äussersten Punkt gefunden:<sup>34</sup> Friedrich, der im «Tetschener Altar» von 1807-1808 die Landschaft programmatisch zum Raum des Religiösen erhoben hat, gibt einer grossen Zahl seiner sich auf ferne Horizonte oder die Weite des Meeres hinaus öffnenden Landschaftsräume vieldeutig religiösen, durch die Ratio nicht mehr zu ermessenden Gehalt.<sup>35</sup> Im «Mönch am Meer», wo die einsame menschliche Referenzgrösse zudem von einer religiös gebundenen Figur verkörpert wird, scheint nicht nur das Versagen, sondern auch die Vergänglichkeit jedes rationalen Messens signalisiert.

#### Anmerkungen

- 1 Konrad Witz (um 1400-1444/46): Der wunderbare Fischzug und der Hilferuf Petri. 1444. Altartafel aus dem Petrusaltar der Kathedrale Saint-Pierre in Genf. Musée d'art et d'histoire, Genève; Deuchler Florens: Konrad Witz, la Savoie et l'Italie, in: *Revue de l'art*, 1986, S. 7-16, Abb. 1.
- 2 Cosgrove Denis: The geometry of landscape. Practical and speculative arts in 16th Century Venetian land territories, in: Cosgrove Denis et al. (Hg.): *The Iconography of Landscape. Essays on the symbolic representation, design and use of past environments*, Cambridge 1988, S. 254-276. Vgl. den Basler Maler und Geometer Hans Bock d. Ä. (um 1550-1624), der auf Grund eigener Vermessungen einen (nicht erhaltenen) Plan von Basel gezeichnet hat; sein Material scheint noch Matthäus Merian d. A. (1593-1650) für die grosse Vogelschauansicht von Basel (1615/17) verwendet zu haben; Bingsohn Wilhelm et al.: Matthäus Merian d. Ä., Frankfurt 1993, Nr. 176. Vgl. auch den Zeichner Emanuel Büchel, der sich anhand von Feldmesser-Lehrbüchern bildete; Trachsler Beat: Emanuel Büchel. 1705-1775, Basel 1975.
- 3 Von Holst Christian: Joseph Anton Koch. 1768-1839. Ansichten der Natur, Stuttgart 1989, S. 9, 28.
- 4 Teilung einer Strecke in zwei Teile, deren grösserer sich zum kleineren verhält wie die ganze Strecke zum grösseren Teil.
- 5 Öl auf Leinwand, 53,5 x 42 cm, Kunsthalle Karlsruhe; Schnell Werner: Georg Friedrich Kersting (1785-1847). Das zeichnerische und malerische Werk mit Oeuvrekatalog, Berlin 1994, Nr. A 29.
- 6 Cosgrove (wie Anm. 2), Abb. 5; Bingsohn et al. (wie Anm. 2), Nr. 44.1, 176; Dreyer Peter: Vedute, architektonisches Capriccio und Landschaft in der venezianischen Graphik des 18. Jahrhunderts, Berlin 1985, S. 17f., Abb. S. 9.
- 7 Christopher Marlowe (1564-1593): Tamburlaine (1587/88), Part II. v. iii, Vers 123f.: «Give me a map; then let me see how much / Is left for me to conquer all the world [...]», zit. nach Harley J. B.: Maps, knowledge, and power, in: Cosgrove et al. (wie Anm. 2), S. 277-312.
- 8 Raeber Willi: Caspar Wolf. 1735-1783. Sein Leben und sein Werk, Aarau 1979; Boerlin-Brodbeck Yvonne: Caspar Wolf. 1735-1783. Landschaft im Vorfeld der Romantik, Basel 1980; Boerlin-Brodbeck Yvonne: Caspar Wolfs Solothurner Jahre, in: *Jurablätter*, April 1981, S. 58-60.
- 9 Titelvignette von Dunker, gestochen von Johann Josef Störklin (f. 1778); Mentha Aluffi Henriette: Balthasar Anton Dunker. 1746-1807, Bern 1990, S. 30, Abb. 11; Wyttenbach Jakob Samuel: Beschreibung einer Reise, die im Jahre 1776 durch einen Theil der Bernischen

- Alpen gemacht worden, in: Wagner Abraham (Hg.): Merkwürdige Prospekte aus den Schweizer-Gebürgen, Bern 1777, S. 5.
- 10 Raeber (wie Anm. 8), S. 57, Abb. 29 und Nr. 247, 248; Mai Ekkehard (Hg.): Das Capriccio als Kunstprinzip, Köln usw. 1996, S. 260f., Nr. 84.
  - 11 Busch Werner: Der Berg als Gegenstand von Naturwissenschaft und Kunst. Zu Goethes geologischem Begriff, in: Schulze Sabine (Hg.): Goethe und die Kunst, Stuttgart 1994, S. 490-494; Busch Werner (Hg.): Landschaftsmalerei, Berlin 1997, S. 179f.
  - 12 Raeber (wie Anm. 8), Nr. 434, 435; Boerlin-Brodbeck, 1980 (wie Anm. 8), S. 28-31, Nr. 46-50 und 103, S. 103-107, Nr. 265, 266, 270, 285.
  - 13 Enzensberger Hans Magnus (Hg.): Alexander von Humboldt. Ansichten der Natur, Nördlingen 1986, Vorrede zur ersten Ausgabe (Berlin 1808), S. 7; Kuhn Dorothea (Hg.): Carl Gustav Carus. Briefe über Landschaftsmalerei, Heidelberg 1972, S. 107 (VI. Brief); Müller-Tamm Jutta: Kunst als Gipfel der Wissenschaft. Ästhetische und wissenschaftliche Weltaneignung bei Carl Gustav Carus, Berlin 1995; Busch, 1997 (wie Anm. 11), S. 260-266.
  - 14 Vgl. Canaletto frei kombinierende Verwendung der Camera obscura; Corboz Andre: Canaletto. Una Venezia immaginaria, Milano 1985; Solar Gustav: Das Panorama und seine Vorentwicklung bis zu Hans Conrad Escher von der Linth, Zürich 1979; Oettermann Stephan: Das Panorama. Die Geschichte eines Massenmediums, Frankfurt 1980; Hyde Ralph: Panoramania! The art and entertainment of the «all-embracing» view, London 1988; Hulten Pontus et al. (Hg.): Sehnsucht. Das Panorama als Massenunterhaltung des 19. Jahrhunderts, Basel 1993, Nr. I. 11 -30 und passim.
  - 15 Bürgi Andreas: Weltvermesser. Die Wandlung des Reiseberichts in der Spätaufklärung, Bonn 1989, S. 10f.
  - 16 Panorama von London, 1792, Oettermann (wie Anm. 14), Leporello I; vgl. auch Hulten (wie Anm. 14), Nr. II.32, II.42, II.47, II.57» II.59» IV.29; Oettermann Stephan: The Panorama. History of a Mass Medium, New York 1997, S. 318f., Abb. 6.3, 6.4.
  - 17 Der Stecher und Kunsthändler Jean-Georges Wille (1715-1808), der am 2. Dezember 1783 unter Hunderttausenden (wie er schreibt) in den Pariser Tuileries den Aufstieg des ersten Gasballons von Jacques Alexandre César Charles (1746-1823) und Noel Robert verfolgt hatte «jusqu'au moment qu'il devient obscur vers l'horizon», spricht vom «voyage le plus hardi qui aura jamais été entrepris depuis que le monde est monde. Quelle invention! J'en suis tout ébourdi. Je fais des réflexions à perte de vue.», zit. nach Boerlin-Brodbeck Yvonne: Johann Caspar Füssli und sein Briefwechsel mit Jean-Georges Wille, in: Schweizerisches Institut für Kunstwissenschaft (Hg.): Beiträge zur Kunst des 17. und 18. Jahrhunderts in Zürich, Zürich 1978, S. 136; Stoffregen-Büller Michael: Himmelfahrten. Die Anfänge der Aeronautik, Weinheim 1983, S. 110-125; zur Rezeption der Ballonfahrt in der Literatur vgl. Riha Karl et al. (Hg.): Reisen im Luftmeer, München 1983, vor allem S. 96-114 (aus Jean Pauls «Des Luftschiffers Giannozzo Seebuch», 1800/01); Pinault Madeleine: Le Cabinet des Sciences et des Arts, in: Gaborit Jean-René et al. (Hg.): La Révolution Française et l'Europe 1789-1799, Paris 1989, I, S. 262-265, Nr. 354-356; zum Problem der «Ballon-Perspektive» in der Landschaftsdarstellung vgl. z. B. Samuel Birmann (1793-1847); Boerlin-Brodbeck Yvonne: Die Zeichner und Maler Peter und Samuel Birmann, in: Lindemann Bernd (Hg.): Peter und Samuel Birmann. Künstler, Sammler, Händler, Stifter, Basel 1997, S. 26-28. Vgl. auch Carl Rottmann (1797-1850); Mitchell Timothy F.: Art and Science in German Landscape Painting 1770-1840, Oxford 1993, S. 182; Koerner Joseph Leo: Caspar David Friedrich and the subject of landscape, London 1990, S. 99f.
  - 18 Panoramenzeichner waren oft auch Ingenieure, vgl. Robert Fulton (1765-1815), amerikanischer Maler, Ingenieur, Erfinder, Erbauer des ersten Dampfschiffs, Inhaber des Panoramapatents für Frankreich; Hulten (wie Anm. 14), Nr. II.51, S. 146.
  - 19 Rickenbacher Martin: Das Alpenpanorama von Micheli du Crest - Frucht eines Versuches zur Vermessung der Schweiz im Jahre 1754, in: Cartographica Helvetica, Sonderheft Nr. 8 (1995), S. 1-23.

- 20 De Saussure Horace-Bénédict: *Voyages dans les Alpes*, I, Neuchâtel 1779, S. 473-518, Abb. VIII: «Vue circulaire [...]», Radierung; Solar Gustav: Hans Conrad Escher von der Linth. Ansichten und Panoramen der Schweiz. Ansichten 1780-1822, Zürich 1974, S. 19-23; Oettermann (wie Anm. 14), S. 28-30, Abb. 10. Vgl. das ebenfalls 1779 publizierte Horizontalpanorama vom Brockenberg von Johann Elias Silberschlag; Busch, 1994 (wie Anm. 11), S. 494.
- 21 Hyde (wie Anm. 14), S. 36, 46; Solar (wie Anm. 20), S. 15-18.
- 22 Boerlin-Brodbeck Yvonne: Frühe «Basler» Panoramen. Marquard Woher (1760-1830) und Samuel Birmann (1793-1847), in: *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte*, 1985, S. 313-314.
- 23 «Panorama vom Wysenberg», Ende August-Anfang Sept. 1813, Feder, Aquarell, 34 x 422 cm. Kantonsmuseum Liestal; Tanner Karl Martin: Die Wisenberg-Panoramen von Samuel Birmann (1813) und Peter Schmid-Ruosch (1990), Liestal 1996; Lindemann (wie Anm. 17), Nr. 63. - Samuel Birmann hat schon als 17-jähriger im Bericht über seine Schweizerreise von 1810 sein geodätisches Interesse erprobt: Er zeichnete dort eine Karte der westlichen Schweiz (Massstab ca. 1:450'000), in welche er die Reiseroute eingetragen hat, Rickenbacher-Hufschmid Max und Rickenbacher Martin: Samuel Birmann. Eine Schweizerreise im Jahre 1810, in: *Baselbieter Heimatblätter*, September 1997, Abb. 5.
- 24 Umgekehrt konnte sich der Vermesser Huber auf Birmanns massstabgenaue Darstellung beziehen: «Da ich dem Augenmass [sie] des Künstlers nicht zu trauen keinen Grund habe [...]», zit. nach Tanner (wie Anm. 23), S. 18; Boerlin-Brodbeck (wie Anm. 17), S. 23-32.
- 25 Müller-Tamm (wie Anm. 13).
- 26 Rigi. Rundpanorama. 1814/15. Feder, Aquarell, 100 x 469 cm. Kunstmuseum Basel, Kupferstichkabinett, Lindemann (Hg., wie Anm. 17), Nr. 65.
- 27 Börsch-Supan Helmut et al.: Caspar David Friedrich. Gemälde, Druckgraphik und bildmässige Zeichnungen, München 1973, Nr. 257, Abb. 19; Boerlin-Brodbeck (wie Anm. 22), S. 311.
- 28 Vgl. z. B. Caspar David Friedrich: Pilgerzug bei Sonnenaufgang, um 1805; Koerner (wie Anm. 17), Abb. 67. Vgl. ders.: Böhmisches Landschaft mit Wanderer (1835), Börsch-Supan (wie Anm. 27), Nr. 504; Georg Friedrich Kersting: Zwei Männer auf Wanderschaft. 16. Juni 1811; Schnell (wie Anm. 5), Nr. A 31. Vgl. Carl Philipp Fohr (1795-1818): Fohr mit seinem Bernhardinerhund Grimsel auf dem Weg nach Italien. 1818. Vgl. Bernhard Marianne (Hg.): *Deutsche Romantik. Handzeichnungen*, München 1973, 1, Abb. S. 300.
- 29 Pinault (wie Anm. 17), Nr. 273-278 (Abb.); «Catel'scher Wegmesser»: Bürgi (wie Anm. 15), S. 54.
- 30 Bleistift, 14,5 x 6 cm. Kassel, Privatbesitz, Bernhard Marianne (Hg.): Caspar David Friedrich. Das gesamte graphische Werk, München 1974, Abb. S. 255. Zu den Wegzeichen vgl. z.B. auch Caspar David Friedrich: Felsige Waldlandschaft mit einem Kreuzifix. Um 1800; Bernhard (wie oben), Abb. S. 206. Oder Adrian Zingg (1734-1816): Prebischkegel in der sächsischen Schweiz. Um 1800, Koerner (wie Anm. 17), S. 138, Abb. 70.
- 31 Zu Schelling vgl. Koerner (wie Anm. 17), S. 218; Jensen Jens Christian: Caspar David Friedrich. Leben und Werk, Köln 1974, S. 190-202; Lipp Wilfried: Der Wanderer. Anmerkungen zu einer Real- und Kunstfigur der Frühmoderne, in: Pochat Götz et al. (Hg.): *Natur und Kunst*, Graz 1987, S. 122-145; Holzweg Peter: *Wandrerdarstellungen und andere Wegthemen in der deutschen Malerei des 19. Jahrhunderts*, Köln 1988; Koerner (wie Anm. 17), S. 149-244.
- 32 An einem Wegstein sitzender Mann (aus dem aufgelösten «Mannheimer Skizzenbuch», 3. Februar 1802), Feder, laviert, 14,5 x 11,7 cm, München, Staatliche Graphische Sammlung; Bernhard (wie Anm. 30), Abb. S. 313.
- 33 Koerner (wie Anm. 17), Abb. 97, 119; datiert 18. Juli 1810, Bleistift, aquarelliert. 31,2 x 24,1 cm, Kupferstichkabinett Berlin; Schnell (wie Anm. 5), Nr. A 23.
- 34 Caspar David Friedrich: Der Mönch am Meer. 1809. Öl auf Leinwand, 110 x 171,5 cm, Nationalgalerie Berlin; Koerner (wie Anm. 17), Abb. 87. Vgl. auch Jensen (wie Anm. 31), S. 201; Decultot Elisabeth: *Génèse d'un discours nouveau sur la peinture de paysage*. La



réception du «Moine au bord de la mer» de Caspar David Friedrich (1808-1810), in: *Revue germanique internationale*, 1997, S. 143-15.

- 35 Caspar David Friedrich: Tetschener Altar. 1807-1808. Öl auf Leinwand, 115 x 110 cm. Gemäldegalerie Dresden; Koerner (wie Anm. 17), Abb. 13, S. 47-63; Jensen (wie Anm. 31), S. 97-105, 201.



## RELIEF ALS VORLAGE, RELIEF ALS ZIEL

### VERMESSUNG UND LANDSCHAFTSDARSTELLUNG IN DER AUFLÄRUNG

ANDREAS BÜRGI

Die Formel «Relief als Vorlage, Relief als Ziel» bringt ein Problem der kartographiegeschichtlichen Diskussion über die Bedeutung landschaftlicher Reliefdarstellungen zum Ausdruck. Der erste Teil der Formel, «Relief als Vorlage», besagt, dass der Zweck eines topographischen Reliefs darin bestehe, Vorlage für die entsprechende Karte zu sein.<sup>1</sup> Gemäss dieser Auffassung baute man zuerst ein Relief, und dann zeichnete man anhand dieses Reliefs die entsprechende Landkarte. Für die beiden Reliefs, die hier vorgestellt werden, trifft dies in der Tat zu. Nach dem «Relief der Urschweiz» (Abb. 10 und 11) von Franz Ludwig Pfyffer von Wyher stachen Joseph Clausner aus Zug und Christian von Mechel aus Basel 1786 eine Karte der Innerschweiz. Bereits 1777 hatte Balthasar Anton Dunker eine Vogelschaukarte vom noch unvollendeten Pfyffer-Relief angefertigt, die von Beat Fidel Anton Zurlauben in die berühmten «Tableaux de la Suisse» aufgenommen wurde.<sup>2</sup>

Das zweite Relief, das heute nicht mehr existierende Alpenrelief<sup>3</sup> von Joachim Eugen Müller (Abb. 12), entstand im Vorfeld des berühmten «Atlas Suisse», den der Aarauer Seidenfabrikant Johann Rudolf Meyer in Auftrag gegeben und den der Reliefbauer Müller zusammen mit Johann Heinrich Weiss realisiert hatte. Dieser Atlas erschien zwischen 1796 und 1802 und zeigte auf 16 Blättern das bis dahin kartographisch korrekteste und am sorgfältigsten ausgearbeitete Bild der Schweiz. Der «Atlas Suisse» blieb bis zur Dufourkarte, die ab 1842 publiziert wurde, die massgebliche Kartendarstellung der Schweiz.<sup>4</sup> In beiden Fällen also ging die Reliefmodellierung einer Kartendarstellung voraus. Dieser Umstand wird von Kartographiehistorikern deshalb besonders betont, weil es sich später gerade umgekehrt verhalten habe: Im späteren 19. und im 20. Jahrhundert seien Reliefs meistens auf der Grundlage von Karten gebaut worden.<sup>5</sup> In der Regel lässt man es aber nicht bei einer blossen Feststellung bewenden. Die Abfolge Relief - Karte wird an eine Zweck-Mittel-Relation gekoppelt: Die Karte ist der Zweck und das Relief das Mittel, um diesen Zweck zu erreichen. Damit ist das Relief kartographiegeschichtlich eingeordnet, ohne dass zuvor geklärt worden wäre, ob man dem Relief gerecht wird, wenn man es einzig unter kartographiegeschichtlichen Voraussetzungen anschaut.

Ist es nicht denkbar, das Relief als Ziel zu begreifen, um auf den zweiten Teil des Titels zu kommen? Warum hätte man für eine Karte einen derartigen Aufwand betreiben sollen? Immerhin hatte man schon früher Karten gezeichnet, ohne den Umweg über ein Relief zu gehen, und auch im 18. Jahrhundert war dies das übliche Verfahren,<sup>6</sup> trotz der vor der Einführung der Höhenkurven problematischen Projektion der dritten Dimension. Mit den Schattenschraffen waren in dieser Frage schon um die Mitte des Jahrhunderts erste Lösungen gefunden worden.<sup>7</sup> Und es gibt noch weitere Hinweise, die diese einseitig an einer Zweck-Mittel-Relation orientierte Sicht in Frage stellen, so zum Beispiel die Beobachtung, dass seit der Mitte des 18. Jahrhunderts vermehrt topographische Reliefs entstanden,<sup>8</sup> die ganz unterschiedliche Funktionen hatten. Man denke etwa an Pfyffers und Müllers Zeitgenossen François Exchaquet, dessen Pläne für serienmässig hergestellte Kleinstreliefs von Gegenden Savoyens wohl weniger unter einem kartographiegeschichtlichen als vielmehr unter dem Aspekt einer sich entwickelnden Souvenirindustrie zu betrachten sind.<sup>9</sup> Und man denke an die grossen Namen des 19. und 20. Jahrhunderts, an Xaver Imfeld, Albert Heim, Fridolin Becker oder Eduard Imhof. Es ist meines Erachtens noch längst nicht geklärt, was diese Reliefbauer mit ihren Vorgängern im 18. Jahrhundert verband und welches - im Fall von Becker und von Imhof - der Zusammenhang der von ihnen gebauten Reliefs mit ihren eigenen kartographischen Bemühungen war.

Unter wechselnden Vorzeichen erfreuten sich Reliefs bis etwa in die dreissiger Jahre unseres Jahrhunderts einer ausserordentlichen Popularität, und zwar als Reliefs.<sup>10</sup> Dann verschwanden sie auf Estrichen, in Kellern und, wenn's ganz schlimm kam, in der Kehrichtverbrennung.<sup>11</sup> Und heute erstehen sie von neuem, weniger sperrig als ihre Vorgänger, digital eben.

Diese wenigen Hinweise sollen deutlich machen, dass das Relief seine eigene Geschichte hat, die wohl parallel zu jener der Landkarte verläuft, zugleich aber auch unabhängig davon. Von welchen Momenten diese Geschichte geprägt ist, soll im folgenden für das 18. Jahrhundert am Beispiel der beiden erwähnten Reliefs skizziert werden.

## **DAS «RELIEF DER URSCHWEIZ»**

Das «Relief der Urschweiz» zeigt im Zentrum den Vierwaldstätter See und darum herum Luzern, Unterwalden, Zug und angrenzende Teile von Uri, Schwyz und Bern. Es besteht aus 136 Teilen und ist rund 3,9 mal 6,6 Meter gross. Der Massstab beträgt 1:12'500 für die Horizontale und 1:10'000 für die Vertikale, die Darstellung ist also leicht überhöht. Pfyffer arbeitete daran von

1762-1786, zuerst zeitweise, dann ausschliesslich, nachdem er 1769 von Ludwig XV. seinen Abschied als Offizier im Range eines Generalleutnants erhalten hatte. Unter anderem war es ihm als erstem gelungen, die Umrisse des Vierwaldstätter Sees annähernd korrekt wiederzugeben. Das «Relief der Urschweiz» war in Europa das erste Landschaftsmodell, das eine Gegend von über 4000 Quadratkilometern topographisch so getreu wie möglich nachzubilden versuchte. Es war einer der wenigen originären Beiträge der Schweiz zur europäischen Aufklärung und kann damit zu den Kulturgütern von nationaler Bedeutung gezählt werden. Heute ist es im Luzerner Gletschergarten zu besichtigen.

Historisch besteht Pfyffers Leistung darin, das Prinzip der dreidimensionalen Darstellungsform erstmals auf eine ganze Landschaft angewendet zu haben. Wieweit die oben erwähnten Traditionen für Pfyffers Unternehmen von Bedeutung waren, ist unklar. Man kann aber davon ausgehen, dass er während seiner Offiziersausbildung, die er 1726 im Alter von zehn Jahren, ganz in der Tradition der Familie, bei der Garde in Paris begann, die Sammlung von Festungsreliefs kennengelernt hatte, die auf Ludwig XIV. zurückging und von dessen Nachfolgern systematisch ausgebaut wurde. Diese damals im Louvre - seit 1776 im Hôtel des Invalides - aufbewahrte Sammlung enthielt Modelle der französischen Grenzfestungen in zumeist grossem Massstab, darunter auch jene von drei Bastionen in den savoyischen Alpen, Briançon, Exelles und Embrun - Talsperren, die den Zugang von Italien her verriegelten. Im Falle von Briançon bildete das Modell auch die befestigten Berge der Umgebung ab, den Mont Infernet und den Gondran. Auch andere Modelle, etwa aus den Pyrenäen oder jenes des Mont St. Michel, stellten gebirgige Landschaften dar.<sup>12</sup> Hier wird Pfyffer mit dem Prinzip und der Praxis der Modellierkunst konfrontiert worden sein, und hier dürfte ihm auch der Gedanke gekommen sein, dass sich nicht nur Befestigungen, sondern auch Landschaften modellieren lassen.<sup>13</sup> Als französischer Offizier hatte er zudem eine solide Ausbildung in Geometrie und Vermessung erhalten, war Frankreich doch damals bezüglich geodätischer Kenntnisse führend in Europa.<sup>14</sup> Was ihn allerdings dazu bewog, selber als Reliefbauer aktiv zu werden, und zwar, wenn man sein 1750 angefangenes «Relief des Pilatus»<sup>15</sup> mit berücksichtigt, gut 35 Jahre lang - also mit grosser Leidenschaft und Konstanz -, darüber liegen keine Quellen vor. Fragt man sich nun, was das Spezifische der Reliefdarstellung gegenüber Karten oder anderen Formen der Geländedarstellung sei, genügt es fürs erste, das Relief von verschiedenen Seiten anzuschauen. Blickt man aus der Vogelperspektive darauf (Abb. 10), so ist die Verwandtschaft mit der Karte evident. Betrachtet man es hingegen von der Seite, so sieht die Sache anders aus: Es erinnert dann an eine Skulptur,<sup>16</sup> und die leicht überhöht dargestellten Alpen

lassen an barocke Traditionen der Gebirgsdarstellung oder an Krippenlandschaften denken (Abb. 11).

Die möglichen Perspektiven und Blickrichtungen auf das Pfyffer-Relief waren auch für die Zeitgenossen ein Thema, und es fehlte nicht an Empfehlungen, wie man sich dem neuartigen Gebilde nähern sollte: «Betrachtet man dieses herrliche Werk von oben herab, so erscheint es ohngefähr wie eine Landkarte; allein, um sich einen wahren Naturgenuss zu verschaffen, so muss man sich so weit bücken, dass das Auge über die Tafel streift. In dieser Stellung erscheinen alle Hügel, Berge und Felsen in ihrer wahren Höhe und Gestalt, und auf diese Art, aus den verschiedenen Punkten angesehen, wird jeder über die genaue Aehnlichkeit mit der grossen Natur erstaunen.»<sup>17</sup> Man sollte das Relief also gerade nicht aus der Vogelperspektive anschauen, um das Eigentliche nicht zu verfehlen. Die rundherum angebrachten Stufen erlaubten es, sich weit über das Relief zu beugen und - um die ursprünglichen, die «natürlichen» Relationen wiederherzustellen - es wenn möglich mit einem Vergrösserungsglas zu betrachten.<sup>18</sup> Der Körper ist ganz Auge, und diese Reduktion ermöglicht es, ein Landschaftserlebnis zu simulieren, nach welchem im 18. Jahrhundert auf Kirchtürmen, Aussichtspunkten und Bergspitzen massenhaft und geradezu süchtig gesucht wurde: der möglichst weite Panoramablick.

Die Empfehlungen der Reisenden legen die Vermutung nahe, dass Pfyffer mit dem Relief noch etwas anderes als nur die kartographisch korrekte Darstellung der Innerschweiz und des Vierwaldstätter Sees im Sinn hatte. Ebenso sehr wie Geodät war Pfyffer auch Landschaftsmaler oder -gestalter, und es ist nicht zufällig, dass er in den einschlägigen Lexika des 18. Jahrhunderts als Künstler figurierte, etwa im «Allgemeinen Künstlerlexicon» von Johann Rudolf Füssli und in Johann Kaspar Füsslis vierbändiger «Geschichte der besten Künstler in der Schweiz».<sup>19</sup> Nicht umsonst wählte er den Massstab so, dass er Städte und Dörfer nicht nur andeuten, sondern die einzelnen Befestigungen, Kirchen, Wohnhäuser, Alphütten und sogar Details wie Wegkreuze zeigen konnte. Überall ist spürbar, dass es ihm wichtig war, die Merkmale der Zivilisation zu zeigen. Der Raum der Innerschweiz wird nicht nur als natürlicher, sondern - ganz im Sinn des von wissenschaftlicher Spezialisierung noch wenig betroffenen 18. Jahrhunderts - auch als sozialer dargestellt. Dies lässt sich auch in den Reiseberichten der Zeit feststellen.<sup>20</sup> Freilich hat das Relief seine eigenen Gesetzmässigkeiten. Es zeigt Dinge, die so weder auf Bildern noch in Texten erscheinen. Daher fielen auch die Reaktionen der Betrachter anders aus. Insbesondere die Dreidimensionalität des Gebildes vermochte ihre Phantasien zu stimulieren. Die steilen Abhänge der Berge und die schmalen Hirtenpfade gaben ihnen eine Vorstellung von den Schwierigkeiten des Alperlebens; der

Überblick über die alpine Topographie liess sie die ursprüngliche schweizerische Freiheit begreifen, so beispielsweise Louis-Sébastien Mercier, Autor des berühmten «Tableau de Paris», der nach seiner Besichtigung des Pfyffer-Reliefs festhielt: «L'ceil découvre que le despotisme ne pourra jamais déployer son insolence dans ces régions hautaines, car en s'élevant de quelques toises, l'opprimé foulera la tête de l'oppresseur; les montagnards sont nés pour être libres, & l'on n'y soupçonne pas seulement qu'il puisse exister des hommes, nés avec la prérogative de commander impérieusement aux autres.»<sup>21</sup>

## DAS ALPENRELIEF VON JOHANN RUDOLF MEYER

Ein Stück weiter als Pfyffer ging Johann Rudolf Meyer. Das in seinem Auftrag von Joachim Eugen Müller verfertigte Relief umfasste das alpine und vor-alpine Gebiet der Schweiz, begrenzt durch ungefähr folgende Punkte: Lausanne, Bern, Zug, St. Gallen, Bregenz und dann Silvretta, Splügen, Giorno, Saas Fee, Chamonix bis Evian, es stellte also ein rund fünf- bis sechsmal grösseres Gebiet dar als das Pfyffer-Relief (Abb. 12). Es war etwa 1,5 mal 4,5 Meter gross und hatte damit einen viel kleineren Massstab, nämlich 1:60'000. Damit konnten die Details, die Pfyffer dargestellt hatte, nicht mehr gezeigt werden. Gleichwohl muss auch Meyer die Absicht gehabt haben, nicht bloss ein topographisch möglichst korrektes Abbild der Schweizer Alpen zu schaffen, sondern eine Darstellung der Schweiz, und dafür verfiel er auf eine bestechende Lösung: Gleichzeitig mit Weiss und Müller verpflichtete er auch den Luzerner Maler Joseph Reinhard und gab ihm den Auftrag, in allen Landesgegenden typische Repräsentanten der Bevölkerung zu malen (Abb. 13 bis 15). Rund 130 Tafeln stellte Reinhard zwischen 1788 und 1797 fertig. Ausser Basel-Stadt, Genf, Graubünden, Tessin und Thurgau waren alle Landesgegenden vertreten, zusätzlich noch die Bewohner des Bregenzer Walds und des Schwarzwalds mit einem bzw. vier Porträts. Meyer hängte diese Tafeln in seinem Haus in Aarau an die Wände jenes Raumes, in dem das Müller-Relief stand. Heute sind sie in der Eingangshalle des Bernischen Historischen Museums zu besichtigen.<sup>22</sup>

Meyers Arrangement bestätigt, was sich schon beim Pfyffer-Relief gezeigt hat: Es will den Raum nicht nur als natürlichen, sondern auch als sozialen zeigen. Im Unterschied zum Pfyffer-Relief stehen aber nicht mehr die Spuren im Vordergrund, mit denen der Mensch diesen Raum geprägt hat, dargestellt sind vielmehr die Menschen selber, die diesen Raum gestalten.

Um die Bedeutung von Meyers topographisch-anthropologischem Arrangement zu verstehen, muss man in die Anfänge des Jahrhunderts zurückblenden,

denn damals wurden die Grundlagen für die enge Verbindung von Topographie und Anthropologie gelegt.<sup>23</sup> Schematisierend kann man die Anfänge dieses Prozesses vier bedeutenden Persönlichkeiten des schweizerischen 18. Jahrhunderts zuordnen. An erster Stelle ist der Zürcher Naturforscher Johann Jakob Scheuchzer zu nennen, der auf seinen Alpenreisen den schon von Hippokrates beschriebenen *homo alpinus* nun tatsächlich in den Schweizer Bergen fand und als erster die Verbindung zwischen Alpenbewohnern und Bergen vor dem Hintergrund einer Art Klima- und Ernährungstheorie beschrieb. Als prägend beurteilte er die Bergluft und die Ernährung. Die reine Luft halte das Blut in Bewegung, wogegen die schwerere Luft im Flachland das Blut ins Stocken geraten lasse und Melancholie und Heimweh, die nachmals berühmte Schweizerkrankheit, erzeuge. Milch, Käse, Brot, Wasser, wenig Früchte, all das also, was diese Höhen hervorbrächten, ernährten den Schweizer vortrefflich und machten ihn zu geistiger wie strenger körperlicher Arbeit geschickt, insbesondere auch zum Kriegshandwerk.

Als zweite Persönlichkeit ist Albrecht von Haller mit seinem Lehrgedicht «Die Alpen» von 1729 zu erwähnen, der darin dem Dünkel, Luxus und der sozialen Ungerechtigkeit des höfischen Lebens in polemischer Schärfe Gleichheit und Einfalt einer alpinen Hirtengemeinschaft entgegenhält. Zwar war die Ökonomie der alpinen Gesellschaft längst schon von Ackerbau und Viehzucht geprägt, doch gemäss den von Adam Smith entworfenen Entwicklungsstadien der Menschheit zeichneten sich die Hirtenvölker durch einen geringeren gesellschaftlichen Organisationsbedarf aus als die darauf folgenden Ackerbauern, so dass der Hirte eine grössere Nähe zum Naturzustand repräsentierte als der Bauer. In der Bewunderung für das Schweizer Hirtenvolk muss man daher auch einen Reflex jener Faszination am «edlen Wilden» sehen, die zur gleichen Zeit die grossen europäischen Expeditionen in der Südsee beflügelte.<sup>24</sup>

Am Konzept des Naturzustands knüpfte auch die dritte Persönlichkeit an, Jean Jacques Rousseau mit seiner «Nouvelle Héloïse» von 1761. Er stellte die Verbindung zwischen Alpen und der im 18. Jahrhundert sich herausbildenden Gefühlskultur her, indem alpine Natur - «Il me faut des torrents, des rochers, des sapins, des bois noirs, des chemins raboteux à monter et à descendre, des précipices à mes côtes, qui me fassent bien peur»<sup>25</sup> - und alpines Leben dem Individuum den Spiegel jener Humanität vorhielten, die einst vor dem zivilisatorischen Sündenfall allgemein war und die wiederzugewinnen Ziel jedes Menschen bleiben musste.

Als vierte Persönlichkeit schliesslich ist der Zürcher Literat und Politiker Johann Jakob Bodmer zu erwähnen, und zwar vor allem als Verfasser zahlreicher historischer Schriften. Ziel seiner Bemühungen war es, seine Landsleute



mit der nationalen Geschichte vertraut zu machen und ihnen die Vorbildlichkeit der alten Eidgenossen vor Augen zu führen. Dabei erschien wiederum die Alpenlandschaft als dasjenige Element, das den Charakter des Schweizervolks am entscheidendsten geprägt hatte. Damit erhielt der *homo alpinus* zu seiner alpinen Gegenwart eine alpine Tradition - ausformuliert schliesslich im monumentalen Werk Johannes von Müllers -, wodurch eine widersprüchliche und brüchige Konstellation entstand, da Geschichte und Naturzustand sich schlecht vertragen.

Vor dem Hintergrund der engen und immer dichteren Verbindung, die zwischen Alpenraum und Bergbewohnern im Verlauf des 18. Jahrhunderts geknüpft worden war, ist Meyers topographisch-anthropologisches Ensemble zu sehen. Meines Erachtens reflektiert es das spätestens in den neunziger Jahren prekär gewordene Bild des Alpen-Schweizers, das von innen her gesprengt zu werden und an seinen eigenen Widersprüchen zugrunde zu gehen drohte. Die enge Verbindung zwischen alpiner Landschaft und Schweizertum begann sich gegen Ende des Jahrhunderts in dieser Form als Fessel zu erweisen, da immer weniger Schweizer, eigentlich nur noch ein paar Sennen und Hirten aus den Gebirgskantonen, in dieses Bild hineinpassten. Wollte man den wirklichen Schweizer kennenlernen, so dürfe man nicht in die Städte und Dörfer des Mittellandes, man müsse in die Alpen gehen: «L'habitant de la vallée d'Urseren ou le pâtre du Haut-Valais est quelque chose, il est Suisse [...] Au sommet du Gothard où il mène son troupeau [...] parlant de vache, d'alliance et de liberté - toujours le même»<sup>26</sup>, schrieb etwa der Aufklärer Philippe-Sirice Bridel. Eine solche Auffassung gestand nur noch dem kleinsten Teil der Bevölkerung zu, Schweizer zu sein, weder den Städtern noch den Handwerkern, ja sogar die Mittelland-Bauern oder die Westschweizer Winzer passten kaum in dieses Klischee. Es liess sich, mit anderen Worten, in keinerlei Art und Weise politisch produktiv machen.<sup>27</sup>

In den neunziger Jahren wurden ausserdem Zweifel angemeldet, ob die Ernährung der Älpler tatsächlich so gesund sei, wie dies immer behauptet werde. Ihm sei aufgefallen, schrieb 1790 der deutsche Reisende Karl Spazier, «dass man unter Schweizerbauern, Alpbewohnern und Kühern so vielen Hang zur Schwermuth und zur Schwärmerey - und das ist denn gewöhnlich die religiöse - antrifft». Er führte dies auf die einseitige Ernährung zurück. Nach humoral-pathologischen Kriterien habe der ausschliessliche Genuss von Milch und Käse etwas Weiches und Schlaffes in der Seele zur Folge, denn «wer gar keine salzigen, geistigen und scharfen Speisen und Getränke geniesst, dessen Seelenfähigkeiten können auch nicht viel zu bedeuten haben.»<sup>28</sup>

Der Zyklus nun, den Reinhard im Auftrag Meyers gemalt hatte, kritisierte das verengte und in dieser Form obsolet gewordene Bild des Alpen-Schweizers

und stellte am Ende des Jahrhunderts, kurz vor dem Zusammenbruch des Ancien Régime, eine repräsentative Dokumentation von Schweizern an dessen Stelle. Die Bilder konnten als Basis für eine Neubestimmung des Schweizerischen dienen.

Mit Johannes Heitz (Abb. 13) malte Reinhard 1793 eine eidgenössische Berühmtheit. Heitz galt als einer der verwegensten Gemsjäger der Epoche, über 1200 Gemsen soll er erlegt haben. Ausserdem war er ein Glarner, und diese wurden im späten 18. Jahrhundert am engsten mit der Hochgebirgsjagd in Verbindung gebracht, es kam mit dem Porträtierten auch eine regionale Besonderheit zum Tragen. Die Figur des Gemsjägers war mental hochgradig besetzt, sie diente der Bildungselite aus dem Flachland als Projektionsfigur für die Eroberung des unwirtlichen, abweisenden und gefährlichen Hochgebirges, dessen Erkundung durch Naturforscher im letzten Drittel des Jahrhunderts intensiviert wurde, was jedoch mit vielen Ängsten und Verunsicherungen verbunden war. Die Figur des Gemsjägers und damit auch das Bildnis des Johannes Heitz verweist noch ganz auf die Alpenprojektionen früherer Jahrzehnte.<sup>29</sup>

Anders verhält es sich bei den beiden Bildern, die Ulrich Bräker und seine Familie darstellen und die Reinhard ebenfalls 1793 gemalt hatte (Abb. 14 und 15). Hier ist eine eher ungewöhnliche Konstellation abgebildet, die sehr genau die gesellschaftliche, familiäre und persönliche Situation der Bräkers zeigt und gar nicht mehr in die Projektionen des Alpen-Schweizers passt. Salome und Susanna Barbara haben einen Garnstrang in der Hand und geben sich damit als Vertreterinnen des Baumwollgewerbes und der Protoindustrie zu erkennen. Anna Maria trägt ein paar Eier in ihrer Schürze, was auf den landwirtschaftlichen Zusatzerwerb der Familie verweist. Insofern ist diese Darstellung typisch auch für viele andere Familien, die ihr Auskommen in der Protoindustrie suchten. Vielleicht legt Salome in ihrer Schürze die Hand auf die Einkünfte und zeigt sich so zumindest in ökonomischer Hinsicht als eigentliches Haupt der Familie. Ulrich selber wird mit dem Gänsekiel hinter dem Ohr als Schriftsteller präsentiert. Die Tabakpfeife bei ihm und Johannes streicht den von Bräker immer wieder eingestandenen und von ihm auch beim Sohn kritisierten Hang zur Genussucht hervor. Sehr subtil brachte Reinhard die - damals im Toggenburg verbreitete und zum Teil von Bräker selber forcierte - Auffassung zum Ausdruck, wonach Salome Bräker die Hauptlast der Subsistenz zu tragen habe, während er sich wenig um Gewerbe und Verdienst kümmere und lieber seinen Luftschlössern nachhänge. Der Kampf um die Neudefinition der Geschlechterrollen unter der Bedingung der Protoindustrie ist mit den grossspurig im Vordergrund stehenden Männern - Ulrich mit in der Hüfte aufgestütztem Arm, Johannes breitbeinig das Bildzentrum beherrschend -

und den bescheiden sich im Hintergrund haltenden Frauen angedeutet, Haltungen, die in krassem Widerspruch zur gezeigten ökonomischen Rollenzuweisung stehen und das Konfliktpotential erahnen lassen, dessen verheerende Wirkungen Bräker in seinen Tagebüchern immer wieder thematisierte.

Mit der Familie Bräker zeigte Reinhard eine moderne und in mehrerer Hinsicht ungewohnte familiäre Konstellation, die, auch wenn Toggenburger in ihrer Tracht abgebildet waren, nichts mehr mit dem Klischee des Alpen-Schweizers zu tun hatte. Reinhard tradierte überkommene Muster, er war aber nicht derart darin befangen, dass er seinen Blick nicht auf Neues zu richten vermocht hätte. Mit diesem Zyklus schweizerischer Trachtenbilder, um das Müller-Relief gruppiert, löste Meyer den physiologisch motivierten Begründungszusammenhang von Topographie bzw. Alpennatur und Schweizertum und trug bei zu einer Neubeurteilung von beidem, der Alpenlandschaft und des Schweizerischen. Neben die Transparenz des Raumes, die Pfyffer hergestellt und Müller bestätigt und verfeinert hatte, trat mit Reinhard's Zyklus die Transparenz des Körpers.

Hartmut Böhme hat darauf hingewiesen, dass im 18. Jahrhundert der Körper sich «nach innen in unabsehbare Tiefen des Wissens» geöffnet habe, während sich zugleich auf seiner Oberfläche «die kulturellen Stilisierungen und Attitüden» überhäuften. «Es schien, als würde die Haut von immer neuen, schwer entzifferbaren Texten überzogen, von den komplizierten Semiotiken der Kleidung, den differenzierten Gestiken des Comments, den feinsten Spuren der Lebensgeschichte, den lasterhaften Verirrungen, den tugendhaften Vorzügen in den Chiffren der Physiognomie». Wer gelernt hatte, die Semiotik «von Kleidung, Physiognomien, Gestik und Mimik» zu lesen, dem wurde «die opake Fläche des Körperbildes zum Glas, hinter dem sich die verborgenen Antriebe und geheimen Formationen des Selbst beobachten lassen».<sup>30</sup> In diesem Sinn waren Reinhard's Volkstypen mit ihren im Verhältnis zum Körper zu grossen Gesichtern,<sup>31</sup> mit ihrer teils expressiven Gestik und den zahlreichen Attributen des Berufs, des Standes und des alltäglichen Lebens ein grosses ethnographisches Studienfeld. Die Durchleuchtung dieser Personen aus der ganzen Schweiz versprach, jene, mit Böhmes Worten, «verborgenen Antriebe und geheimen Formationen» zu enthüllen, die das Wesen der Schweizer ausmachten. Indem er der Entkoppelung von Schweizertum und Topographie Rechnung trug, schuf Meyer gerade die Voraussetzung für das Weiterbestehen dieser Verbindung.<sup>32</sup> Die Geographien der Oberfläche der Erde bzw. des Körpers vermischten sich in der Folgezeit noch oft und mit fatalsten Folgen. Doch zunächst wurden Alpenlandschaft, anthropologisch entlastet, und Körper, topographisch entlastet, dem naturwissenschaftlichen Zugriff und damit mehr und mehr den spezialisierten Wissenschaften überlassen. Das Ensemble

des Aarauer Seidenfabrikanten verwies am Ende des Ancien Régime auf die Forschung des 19. Jahrhunderts und nicht mehr, wie das «Relief der Ur-schweiz» des Luzerner Patriziers, auf die Entdeckung der Alpen.

#### *Anmerkungen*

- 1 Um nur drei neuere Beispiele anzuführen: Imhof Eduard: Bildhauer der Berge. Ein Bericht über alpine Gebirgsmodelle in der Schweiz, in: Die Alpen. Monatsschrift des Schweizer Alpenclubs 57 (1981), S. 104-166, vgl. v.a. die Bemerkung auf S. 116 über das Müller-Relief: «Nach der Fertigstellung der Kartenentwürfe für den <Atlas Suisse> hatte das grosse Relief 1:60'000 seine Funktion, dem Kartenzeichner als Vorlage zu dienen, erfüllt.» Vgl. auch Kretschmer Ingrid u.a. (Hg.): Lexikon zur Geschichte der Kartographie, Wien 1986, Bd. 2, S. 659; Grosjean Georges: Geschichte der Kartographie, Bern 1996, S. 151.
- 2 Zu den nach dem Pfyffer-Relief angefertigten Karten vgl. Cavelti Hammer Madlena: Herstellung und Auswirkungen des Reliefs der Urschweiz von Franz Ludwig Pfyffer, in: Cartographica Helvetica 18 (1998), S. 11-15.
- 3 Zu Müller vgl. Imhof (wie Anm. 1), S. m-120. Imhof schlug für das Müller-Relief die Bezeichnung «Alpenrelief» vor, um so der immer wieder kolportierten Behauptung, Müller habe die ganze Schweiz dargestellt, entgegenzutreten; vgl. S. 116.
- 4 Zum sogenannten Meyer/Weiss-Atlas vgl. Imhof (wie Anm. 1), S. 116; vgl. neuerdings auch Klöti Thomas: Das Probeblatt zum «Atlas Suisse» (1796), in: Cartographica Helvetica 16 (1997), S. 23-30.
- 5 So etwa Imhof (wie Anm. 1), S. 115-116.
- 6 Die Realisierung grosser kartographischer Unternehmungen des 18. Jahrhunderts, wie etwa die 184 Blätter der «Carte géométrique de la France» (1750-1793) durch die Cassinis oder die Josephinische Landesaufnahme (1763-1787) im Habsburger Reich, wäre auf dem Weg über das Relief gar nicht vorstellbar.
- 7 Vgl. dazu Cavelti Hammer Madlena und Cavelti Alfons (Hg.): Der Weg zur modernen Landkarte 1750-1865. Die Schweiz und ihre Nachbarländer im Landkartenbild. Von Cassini bis Dufour, Bern 1989, S. 5.
- 8 Die ältesten Reliefs werden Kaiser Maximilian I. zugeschrieben, der anhand von vier Modellen die Jagdbannbezirke im oberbayrischen Bergland festlegen liess. Für die Schweiz muss auf das Holzrelief der Stadt Zürich hingewiesen werden, das Hans Ulrich Bachofen zusammen mit dem berühmten Mathematiker und Kartographen Hans Conrad Gyger 1627 aus Holz gefertigt hatte und das heute im Landesmuseum aufbewahrt wird. Auch weiss man von einem Plan des Berner Kriegsrates im Vorfeld des Zweiten Villmergerkrieges, zur Planung der Verteidigung von Lenzburg, Wildegg und Königsfelden ein Relief in Auftrag zu geben, das dann aber nicht ausgeführt wurde. In der Schweiz ist das von Johann Rudolf von Nideröst gebaute Relief des Tössstocks (1759-1760) das älteste noch erhaltene Landschaftsrelief. Zur Geschichte vgl. Kretschmer (wie Anm. 1), S. 659-660.
- 9 Dazu Imhof (wie Anm. 1), S. 121-124. Es ist nur noch ein einziges, vermutlich aus Porzellan bestehendes, bemaltes Taschenrelief des Waadtlandes und der Umgebung von Genf, Massstab ca. 1:500'000, bekannt, das in der Sammlung der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften in Görlitz aufbewahrt wird; freundliche Mitteilung von Viola Imhof, Erlenbach.
- 10 Vgl. dazu etwa Imhofs persönliche Erinnerungen an die Landesaussstellung von 1939, zu der er zwei Reliefs, Windgälle und Bietschhorn, beisteuerte; Imhof (wie Anm. 1), S. 138-143.
- 11 Dieses schwindende Interesse hängt vermutlich mit dem gleichen Paradigmenwechsel in der visuellen Wahrnehmung zusammen, den Oettermann für das Verschwinden der grossen Panoramen verantwortlich machte: Differenzierung, Vervielfältigung und vor allem Poten-

zierung der bildlichen Möglichkeiten. «Dem modernen Blick setzt der Horizont keine sich schmerzhaft ins Bewusstsein drängende Grenze mehr. Er ist nur noch Metapher, seit er mit Überschaubarkeit überflogen und von Millionen von Fernsehern durchlöchert ist. Die Erfahrung des Horizonts liegt historisch hinter uns, wir haben sie gehabt.» Oettermann Stephan: *Das Panorama. Die Geschichte eines Massenmediums*, Frankfurt am Main 1980, S. 18.

- 12 Zu dieser Sammlung vgl. de Roux Antoine, Faucherre Nicolas, Monsaingeon Guillaume: *Les plans en relief des places du roy*, Paris 1989; Corvisier André (Hg.): *Actes du Colloque International sur les Plans-Reliefs au Passé et au Présent*, Paris 1993.
- 13 Diese erstmals in den sechziger Jahren von Albert Schubiger ausgesprochene Vermutung erscheint zwar plausibel, ist bisher quellenmässig aber nicht belegbar; vgl. Schubiger Albert E.: *Das Relief der Urschweiz des Generalleutnants Franz Ludwig Pfyffer von Wyer (1716-1802) und seine Stellung in der Geschichte der Topographie*. Ansprache anlässlich der Eröffnung der neuen Reliefhalle im Gletschergarten Luzern, 2. Juli 1960 (hektographiertes Typoskript). Nicht nur für Pfyffers Zeit in Frankreich ist die Quellenlage sehr dürftig. Der bis heute ausführlichste Biograph Pfyffers, der Luzerner Staatsarchivar Weber jedenfalls hielt 1912 fest: «Über des Generals Jugendjahre, über dessen Erlebnisse in Frankreich, seine Erfolge im Dienst der französischen Könige und in den verschiedenen Feldzügen sind wir nur sehr spärlich unterrichtet [...], so dass das Auffinden von einlässlichen Nachrichten über dessen Leben schwer hält.» Weber Peter Xaver: *Franz Ludwig Pfyffer von Wyer. General-Lieutenant und Topograph 1716-1802*, in: *Der Geschichtsfreund* 67 (1912), S. 4. Was Weber über die Jugendzeit sagt, gilt in geringerem Mass leider für die ganze Lebenszeit des Generals. Mit Ausnahme einiger Briefe ist keine schriftliche Hinterlassenschaft erhalten geblieben. Seit Webers Arbeit sind kaum neue biographische Quellen aufgetaucht, so dass man in vielem auf Vermutungen angewiesen ist, gerade auch, was Pfyffers Kenntnisse der Reliefkunst und deren Ausbildung angeht.
- 14 Zur Rolle von Vermessung und Kartographie bei der Durchsetzung zentralstaatlicher Macht in Frankreich vgl. Buisserset David (Hg.): *Monarchs, Ministers and Maps. The Emergence of Cartography as a Tool of Government in Early Modern Europe*, Chicago und London 1992.
- 15 Auch über dieses erste Werk Pfyffers existieren nur Vermutungen, keine gesicherten Fakten. Es heisst einerseits, dieses Relief sei verlorengegangen, andererseits wird behauptet, es sei in seinem «Relief der Urschweiz» aufgegangen; vgl. Ottiger Theodor: *General Franz Ludwig Pfyffer von Wyher, Schöpfer des Reliefs der Urschweiz*, in: *Festschrift Gletschergarten Luzern 1872-1972*, Bern 1973, S. 22-40, hier S. 28. Die Restaurierung wird diese Vermutungen klären helfen, vgl. Cavelti Hammer (wie Anm. 2), S. 16-17.
- 16 Insofern akzentuiert die etwas blumig anmutende Bezeichnung «Bildhauer der Berge», die Eduard Imhof den Reliefbauern gab, einen wichtigen Aspekt des Reliefbaus.
- 17 Ebel Johann Gottfried: *Anleitung auf die nützlichste und genussvollste Art die Schweiz zu bereisen*, Zürich<sup>3</sup> 1809-1810, Bd. III, S. 403.
- 18 Dies empfiehlt Leonhard Meister: «Kann mans à vue d'oiseau durch ein Vergrösserungsglas ansehen, so ists, als säh man wie Zeus vom Olymp auf die Erdgebürge hinunter.» Meister Leonhard: *Kleine Reisen durch einige Schweizer Cantone*, Basel 1782, S. 64.
- 19 Füssli Johann Rudolf: *Allgemeines Künstlerlexicon*, Zürich 1779, S. 498; Füssli Johann Kaspar: *Geschichte der besten Künstler in der Schweiz*, Zürich 1774, Bd. 4, S. 204-210.
- 20 Vgl. dazu Walter Francis: *Bedrohliche und bedrohte Natur. Umweltgeschichte der Schweiz seit 1800*, Zürich 1996, S. 34-36.
- 21 Mercier Louis-Sebastien: *Mon bonnet de nuit*, Neuchâtel et Lausanne 1784-1785, t. IV, S. 130-144.
- 22 von Tavel Hans Christoph: *Die Schweizer Trachtenbilder des Malers Joseph Reinhart*, in: *Jahrbuch des Bernischen Historischen Museums* 49/50 (1959-1960), S. 197-256. Ulrich Bräker schreibt anlässlich eines Besuchs in Aarau im Tagebuch 1793, die Bilder seien «in zwey grossen säälen» aufgehängt, Bräker Ulrich: *Sämtliche Schriften*, München 1998, Bd. 3, S. 473.

- 23 Zum Folgenden vgl. insbesondere die Beiträge von Guy P. Marchai: Die «Alten Eidgenossen» im Wandel der Zeiten, in: *Innerschweiz und frühe Eidgenossenschaft*, Olten 1990, Bd. 2, S. 307-403; ders.: *La naissance du mythe du Saint-Gothard ou la longue découverte de l'«homo alpinus helveticus» et de l'«Helvetia mater fluviorum»* (XV<sup>e</sup> s.-1940), in: Bergier Jean-François und Guzzi Sandro (Hg.): *La découverte des Alpes*, Basel 1992, S. 35-53; ebd. auch der Beitrag von Walter François: *Lieux, paysages, espaces. Les perceptions de la montagne alpine du XVIIIe siècle à nos jours*, S. 14-34. Wichtig ist auch der Sammelband von Marchai Guy P. und Mattioli Aram (Hg.): *Erfundene Schweiz. Konstruktionen nationaler Identität*, Zürich 1992; für das 18. Jahrhundert eine gute Zusammenfassung der einschlägigen Forschung bis 1990 bietet der erste Teil von Weishaupt Matthias: *Bauern, Hirten und «frume edle puren». Bauern- und Bauernstaatsideologie in der spätmittelalterlichen Eidgenossenschaft und der nationalen Geschichtsschreibung der Schweiz*, Basel und Frankfurt am Main 1992.
- 24 Vgl. dazu verschiedene Beiträge von François Walter: *Dall'antropologia alla topografia, dalla pittura alla cartografia. Osservazioni sulle referenze identitarie alla fine del XVIII secolo*, in: *Quaderni storici* 90 (1995), S. 697-728; ders. (wie Anm. 20), S. 31-33; ders.: *Des mers australes aux hautes Alpes. Les conditions de production du savoir sur le monde et les hommes à la fin du 18<sup>e</sup> siècle*, in: Körner Martin, Walter François (Hg.): *Quand la montagne aussi a une histoire. Mélanges offerts à Jean-François Bergier*, Bern 1996, S. 463-471.
- 25 Zit. nach Guichonnet Paul: *Histoire et Civilisations des Alpes*, Toulouse und Lausanne 1980, t. 2, S. 202.
- 26 Zit. nach Marchal, *naissance* (wie Anm. 23), S. 44-45.
- 27 Vgl. dazu Marchal, *Eidgenossen* (wie Anm. 23), S. 339-341.
- 28 Karl Spazier, *Wanderungen durch die Schweiz*, zit. nach Schlettwein-Gsell Daniela: *Macht Milch melancholisch? Zur ernährungsphysiologischen Interpretation historischer Quellen*, in: Degen Bernard u.a. (Hg.): *Fenster zur Geschichte. 20 Quellen - 20 Interpretationen*, Basel 1992, S. 53-65.
- 29 Vgl. dazu Bürgi Andreas: *Höhenangst, Höhenlust. Zur Figur des Gamsjägers im 18. Jahrhundert*, in: Busset Thomas und Mathieu Jon (Hg.): *Räumliche Mobilität und Grenzen*, Zürich 1998, S. 267-278. Ebenfalls in diese Kategorie gehört das Bild «Trey Eidgenossen», das an die Rütlichschwur-Szene erinnert, vgl. von Tavel (wie Anm. 22), Inventar-Nr. 111.
- 30 Böhme Hartmut: *Der sprechende Leib. Die Semiotiken des Körpers am Ende des 18. Jahrhunderts und ihre hermetische Tradition*, in: Kamper Dietmar und Wulff Christoph (Hg.): *Transfigurationen des Körpers. Spuren der Gewalt in der Geschichte*, Berlin 1989, S. 144-181, hier S. 144 und 147.
- 31 Sehr wahrscheinlich steht dahinter ein von Lavater inspiriertes physiognomisches Interesse. Sicher ist, dass Reinhard fähig war, die Proportionen des menschlichen Körpers richtig wiederzugeben. Vgl. dazu Gamboni Dario u.a. (Hg.): *Zeichen der Freiheit. Das Bild der Republik in der Kunst des 16. bis 20. Jahrhunderts*, Bern 1991, S. 417-425.
- 32 Die Alpenlandschaft ist natürlich auch in der Folgezeit konstitutiv für das Schweizertum, doch die Verbindung wurde nicht mehr als vorwiegend physiologisch-geistige, sondern als geistig-seelische konstruiert; vgl. dazu die Beiträge von Marchal (wie Anm. 23), *passim*.

# DAS GRUNDBUCH ALS GRUND ALLER PLÄNE

## PRÄZISION UND DIE FIKTION DER ÜBERSCHAUBARKEIT IM ENTSTEHUNGSPROZESS EINES MODERNEN RECHTSSTAATS

DANIEL SPEICH

Im Lauf des 19. Jahrhunderts hat das Vermessen von Landschaften an Bedeutung gewonnen. Aus dem militärkartographischen Arkanum der «science of princes» entwickelte sich eine weit verbreitete und leicht zugängliche Wissensform. Mit dieser Diffusion ging eine Professionalisierung der Vermessungsfachleute einher, wichtige technische Innovationen machten das Vermessen von Landschaften im 19. Jahrhundert immer genauer, die Karten und Pläne immer präziser.

In der Schweiz verbindet das Zivilgesetz von 1907 das eidgenössische Grundbuch mit der amtlichen Vermessung. Kurz nach der Jahrhundertwende wurde das Vermessen von Landschaft also in einem weiteren gesellschaftlichen Bereich etabliert. Dieser Vorgang ist als Teil jener «Entzauberung der Welt» (Max Weber) zu verstehen, in deren Verlauf wissenschaftlich-technisches Wissen im Alltagsleben und in der sich ausdifferenzierenden Staats- und Kommunalverwaltung an Bedeutung gewann. Die Einführung des Grundbuchs ist ein langwieriger Prozess, der bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts einsetzte und in einzelnen Landesteilen bis heute nicht abgeschlossen ist. Die folgenden Ausführungen streben keine übergreifende Darstellung dieser fast unendlichen Geschichte an. Vielmehr wird gefragt, welche Funktion ingenieurtechnisches Wissen im Rechtswesen hat und welche Folgerungen aus der geodätischen Fundierung der gesellschaftsregulierenden Institution «Privatrecht» zu ziehen sind.<sup>1</sup>

Ansatzpunkt meiner Überlegungen ist die Feststellung, dass die Fabrikation von Grundbuchplänen erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts in der ganzen Schweiz vorgeschrieben wurde, obwohl sich die technischen Verfahren der Grundbuchvermessung schon bedeutend früher auf hohem Niveau befunden haben. Präzise Katasterpläne, die den Anforderungen eines modernen Rechtsstaats genügen, konnten schon tief im 19. Jahrhundert hergestellt werden, doch die meisten Schweizer Kantone, wie z. B. der Kanton Zürich, zeigten dafür kein Interesse. Auch im internationalen Kontext galten plangestützte Kataster um 1900 keineswegs als Standard.<sup>2</sup> Die technischen Entwicklungen im Vermessungswesen erklären die Einführung der Grundbuch-

Vermessung nicht hinreichend, so dass sich eine weiter gefasste Perspektive aufdrängt, die auch nach gesellschaftlichen Bedürfnislagen und politischen Strukturen fragt.

Zunächst untersuche ich deshalb, ob und wie sich die Bedürfnisse des Rechtswesens verändert haben. Sind die Präzisionsanforderungen im Sachenrecht bis zum Beginn dieses Jahrhunderts so weit gestiegen, dass sie nur noch durch ein aufwendiges messtechnisches Verfahren erfüllt werden konnten? Zudem ist im eidgenössischen Kontext zu berücksichtigen, inwiefern die föderalistische Struktur der Schweiz der Einführung einer einheitlichen Regelung entgegenstand und erst im frühen 20. Jahrhundert überwunden werden konnte. Dieser These werde ich im zweiten Abschnitt nachgehen.

## WER BRAUCHT WELCHE GENAUIGKEIT?

Das Grundbuch und die Grundbuchpläne sind zwei verschiedene Dinge, zwischen denen keine notwendige Verbindung besteht und deren Geschichte über lange Zeit unabhängig verlief. Um diesen Sachverhalt zu verdeutlichen, ist die Klärung einiger Begriffe nötig.

Das Grundbuch ist ein Hilfsmittel des Sachenrechts. Es antwortet auf spezifische Probleme, die sich aus der rechtssystematischen Gleichstellung von beweglichen und unbeweglichen Sachen ergeben.<sup>3</sup> Die Rechtsgeschichte hat auch andere sogenannte Publizitätsinstitutionen hervorgebracht, welche dem gleichen Zweck dienen, so etwa das Fertigungssystem oder das Transkriptionssystem.<sup>4</sup> Doch das Grundbuch hat sich langfristig durchgesetzt.

Sein Aufbau richtet sich nach der sogenannten «Realordnung», welche das einzelne Grundstück ins Zentrum der Aufmerksamkeit rückt' und die Vorstellung zum Ausdruck bringt, dass aus dem räumlichen Kontinuum der Landschaft einzelne Parzellen als besitzbares Eigentum ausgrenzbar sind.<sup>6</sup> Damit die Landschaft zum sachenrechtlichen Gegenstand werden kann, muss jedes einzelne Grundstück als eine exakt abgrenzbare, einzelne Sache definiert sein. Für diese «Individualisierung» eignet sich nun die geometrische Vermessung in geradezu hervorragender Weise.

Aber nicht mit *jedem* Grundbuch geht ein Grundbuch*plan* einher. Der Kanton Schwyz kannte z. B. eine Buchform ohne Pläne.<sup>7</sup> Umgekehrt sind auch andere Publizitätsinstitutionen in der Rechtsgeschichte bisweilen mit geometrischen Plänen verbunden worden. Denn der neuzeitliche Anfang der Katastervermessung liegt keineswegs im Sachenrecht, sondern vor allem im Steuerwesen. Erst im Laufe des 19. Jahrhunderts flossen in vielen Regionen die Steuerkataster mit den sachenrechtlichen Institutionen zusammen.<sup>8</sup> Im Kan-



ton Basel-Stadt beispielsweise fand die Beerbung des Steuerkatasters durch das Sachenrecht 1854 statt. Das seit 1808 bestehende Hypothekenbuch wurde dort mit der seit 1823 laufenden Vermessung für Steuerzwecke in einer neuen bzw. reorganisierten Rechtsinstitution verbunden.<sup>9</sup>

Für das Grundbuch wird also vermessen, weil erstens die Vermessungsingenieure solide «Individualisierungsarbeit» leisten und zweitens weil sich die Vermessungstechnik zu jenem historischen Zeitpunkt, als das Immobiliarsachenrecht ein Individualisierungsbedürfnis an den Tag legte, bereits als räumliches Parzellierungsverfahren im Steuerwesen etabliert hatte. Sachenrechtliche Bedürfnisse erklären demnach, warum das Grundbuch eingeführt wurde, und zu einem gewissen Teil erklären sie auch, weshalb dafür vermessen wird. Nun haben sich aber seit der Mitte des letzten Jahrhunderts im Katasterwesen sehr aufwendige Verfahren eingebürgert. Die graphische Vermessung mit dem Messtisch hat der orthogonalen Aufnahmemethode Platz gemacht, und die Verankerung der Messungen in Polygonnetzen, die permanente Vermarkung der Messpunkte sowie die ständige Nachführung der Pläne haben sich zu Standardverfahren entwickelt. Neben der Genauigkeit ist auch die Zuverlässigkeit der Messungen durch die Vorschrift systematischer Wiederholungen bedeutend erhöht worden. Diese Präzisionssteigerung wird oft mit dem Übergang vom Steuerkataster zum Rechtskataster begründet.<sup>10</sup> Aber für einen Rechtskataster ist sie nicht notwendig.

Vielmehr waren bedeutende Schweizer Privatrechtsexperten der Jahrhundertwende wie Eugen Huber der vermessungstechnischen Präzision gegenüber eher zurückhaltend.<sup>11</sup> Der Jurist Karl Albert Wieland beispielsweise würdigte 1902 zwar die Solidität der vermessungstechnischen Individualisierungsarbeit, hielt aber gleichzeitig fest: «[Es] steht ausser Frage, dass eine Individualisierung des Grundstücks sich auch mit unvollkommeneren Abmarkungsmitteln, Grenzsteinen etc. bewerkstelligen lässt und die nähere Bezeichnung im Grundbuche auf eine Beschreibung nach Massgabe dieser Grenzzeichen sowie auf Okularschätzung abstellen kann.»<sup>12</sup> Dass die eidgenössische Instruktion zur Grundbuchvermessung von 1910 dennoch ein sehr präzises und entsprechend teures Vermessungsverfahren festgelegt hat, wird heute mit der «Geometerkrankheit des Perfektionismus» in Verbindung gebracht bzw. auf die «schweizerische Volksseele» bezogen, welche nur die Perfektion als genügend erachte.<sup>13</sup>

Die allmähliche Verabschiedung des «Messtisches» aus der Katastervermessung hat damit zu tun, dass er graphische Resultate erzeugt, d.h. einen Plan auf Papier, was die Mobilität der in ihm enthaltenen Information von graphischen Reproduktionsverfahren abhängig macht. Wenn dagegen die Messresultate in Zahlen vorliegen, können sie beliebig abgeschrieben und nach Bedarf in einen

Plan umgesetzt werden. Mit dieser Mobilität geht eine grössere Präzision einher, denn mathematische Resultate sind leichter zu überprüfen als graphische.<sup>14</sup>

Die Deutschschweizer Geometergemeinschaft verschrieb sich seit ihrer Entstehung diesem Modell und kämpfte vehement gegen den Messtisch. 1866 forderte der Berner Rudolf Rohr die Einführung des Theodolits in das Katasterwesen, und als sich in den 1860er Jahren einige Kantone zu einem «Geometerkonkordat» zusammenschlossen, fanden die mathematischen Aufnahmemethoden in dessen Instruktionen ihren festen Platz.<sup>15</sup>

Diese Qualitätssteigerung, bei welcher der Thurgauer Mathematiker Johann Jakob Rebstein federführend war, ging allerdings nicht ohne gewichtigen Widerstand über die Bühne. So galt z. B. Johannes Wild, Professor für Topographie und Geodäsie am Polytechnikum, in den Augen der im Konkordat vereinten Katasterfachleute als «jenem Verfahren nicht besonders hold».<sup>16</sup> Wild war überzeugt, dass die «neue Methode vor Fehlern nicht schützt, dass sie auf weitläufigem Weg zum Ziele führt, daher um etwa 1/3 kostspieliger ist.» Gleichwohl zog er sich aus dem Kampf gegen den aufstrebenden Rebstein zurück, weil es, so begründete er, «meiner Natur zuwider ist, hartnäckig eine Meinung zu verfechten, die nun einmal nicht dem Geiste der Zeit frommt.»<sup>17</sup> Finanzielle Bedenken meldete auch Hermann Siegfried an, der Leiter des eidgenössischen topographischen Büros.<sup>18</sup> Und aus Kostengründen zögerten die Regierungen der Kantone Aargau, Zürich und Graubünden, dem Geometerkonkordat beizutreten.

Trotz dieser Widerstände gelang es den Vertretern des Geometerkonkordats, die neuen Verfahren zu etablieren. Die Beziehungen zum Polytechnikum blieben zwar auch nach der Wiederbesetzung des Lehrstuhls von Wild durch Otto Decher eher kühl. Aber mit der Berufung Rebsteins zum Professor für Kataster- und Vermessungswesen im Jahr 1898 konnte die angestrebte akademische Aufwertung des Faches institutionell abgesichert werden,<sup>19</sup> und wenige Jahre später floss die «neue Methode» auch ins schweizerische Privatrecht ein. Denn mit der Annahme des Huberschen Zivilgesetzbuchs im Jahr 1907 war der Bundesrat verpflichtet worden, den Begriff der «amtlichen Vermessung» zu definieren,<sup>20</sup> und griff dabei weitgehend auf die Vorstellungen des Geometerkonkordats zurück.<sup>21</sup> 1911 schloss die letzte Sitzung der Prüfungskonferenz des Geometerkonkordats mit einem «herzlichen Glückauf an diejenigen Männer, welche die Ehre haben, das eidg. Prüfungswesen fortan zu leiten und in welchen daher das Konkordat gewissermassen fortlebt».<sup>22</sup> Es hatte sich selber durch eine erfolgreiche Professionalisierungsstrategie überflüssig gemacht, indem es die eigenen Strukturen in das eidgenössische Staatswesen einschrieb.

Die Bereitschaft der Schweiz, viel Geld für präzise Katasteraufnahmen auszugeben, lässt sich durch diese erfolgreiche Einflussnahme der organisierten Geometer erklären.<sup>23</sup> Ein sehr wichtiger Grund dafür liegt jedoch auch in der grossen Zahl möglicher Anwendungen der Grundbuchvermessung, genauer: in der Verwendbarkeit des Grundbuchs als Grund aller Pläne.

Rudolf Rohr meinte 1866: «Die Katasterpläne dienen [...] auch den Gemeinden und Staatsbehörden zur *Projektirung von Kanälen, Strassen und Eisenbahnnetzen* und liefern das beste Material zur Herstellung einer ausgezeichneten *Landeskarte*, namentlich wenn damit die nöthigen Höhenmessungen verbunden werden.» Ganz gleich argumentierte auch Rebstein 1885.<sup>24</sup> Diese Überlegungen wurden 1908 in einem verwaltungsinternen Bericht des Bundes aufgenommen. «Eine Katasterurmessung und eine -Neumessung der Jetztzeit», hielt der Bericht fest, «ist ihrem Prinzip nach eine in das Einzelne gehende exakte *Landesvermessung*.»<sup>25</sup> Daraus folgerte der Verfasser, dass unabhängig vom Stand der Vermessung alle Katasterpläne neu anzufertigen seien. Die vorhandenen Parzellarvermessungen schätzte er zum überwiegenen Teil als unbrauchbar ein, weil sie mit dem Messtisch erstellt worden waren. Lediglich für 18% der Fläche der Schweiz lägen adäquate Vermessungen vor.<sup>26</sup> Und er ging noch weiter. Er wollte das historisch gewachsene Vermessungswesen der Schweiz inklusive der Triangulation I. Ordnung völlig umstülpen. Die Katastervermessung sollte auf stabile geodätische Grundlagen gestellt werden und ihrerseits zum Grund aller Pläne aufsteigen. Dieser Ansatz erhöhte für die Katastervermessung nicht nur die Präzisionsanforderungen, sondern er vervielfachte auch deren Kosten. Doch diese, so der Bericht, würden sich langfristig lohnen, weil sie «einen bleibenden allgemeinen Wert»<sup>27</sup> produzierten.

Die juristische Seite begegnete dem Vorschlag zurückhaltend. Und die Landestopographie verteidigte ihre bisherige Arbeit vehement, obwohl mit Fritz Bäschlin auch das Kompetenzzentrum ETH Kritik geäussert hatte.<sup>28</sup> Ein völliger Neuanfang wurde nicht gewagt. Aber dennoch kamen die Katastervermessung und die Landesvermessung in einen engen Zusammenhang, was «für die grundbuchlichen Vermessungen zwar nicht notwendig, aber wünschenswert sei.»<sup>29</sup> Das Modell der einheitlichen Bereitstellung messtechnischer Daten, deren Präzision für möglichst viele Verwendungszusammenhänge genügt, setzte sich durch. Heute wird es mit der Bereitstellung eines «Grunddatensatzes» umschrieben.<sup>30</sup> Der Ausbau des Rechtskatasters zu einem Mehrzweckkataster gestaltete sich aber als gigantisches Projekt, dessen Sinn immer wieder erklärt werden musste<sup>31</sup> und das bis heute noch nicht abgeschlossen ist.

## HOMOGENITÄT ALS FIKTION

Ich habe gezeigt, dass die Verbindung von Katastervermessung und Landesvermessung schon 1866 von Rudolf Rohr und 1885 von Johann Jakob Rebstein vorgeschlagen worden war, dass sie aber erst nach 1907 auf Bundesebene Eingang in die Gesetzgebung fand. Diese Verzögerung ist nun auf die Heterogenität der zu vermessenden Landschaft zu beziehen.

Grosse vermessungstechnische Unternehmen bewirken die Homogenisierung des zu vermessenden Raumes.<sup>32</sup> Dies kommt etwa in der Überlegung Rebsteins zum Ausdruck, dass ein Rechtskataster nur dann im Sinne eines Mehrzweckkatasters verwendbar sei, wenn sich die Pläne nicht auf einzelne politische Einheiten beschränkten. Denn viele mögliche Planverwendungen wie etwa der Eisenbahn- oder der Strassenbau seien grenzübergreifend.<sup>33</sup> Ein Streben nach Vereinheitlichung liegt auch dem Kodifizierungsgedanken im Rechtswesen zugrunde. Das Privatrecht konnte aber in der Schweiz erst mit den Verfassungsrevisionen von 1874 und 1898 bundesstaatlich, d.h. kantonsübergreifend kodifiziert werden.<sup>34</sup>

Davor herrschte im Sachenrecht eine grosse Vielfalt. Während im Kanton Appenzell Ausserrhoden der Verkauf eines Grundstücks um 1900 durch die «Fertigung», also durch die förmliche Übertragungserklärung vor dem versammelten Gemeinderat rechtskräftig wurde, musste in Freiburg ein Vertrag zwischen den Parteien abgeschlossen werden, der mit der «inscription» in einem öffentlichen Register einherging, und im Kanton Waadt oder in Basel-Stadt erhielt das Geschäft seine rechtliche Gültigkeit allein durch den Eintrag ins Grundbuch. Abhängig von der jeweiligen Rechtspraxis, waren auch die Organisation und die Qualität des Vermessungswesens von Kanton zu Kanton sehr verschieden.<sup>35</sup> Die Lage war — gelinde gesagt - verworren. Als sich der Bund 1908 Übersicht über die kantonalen Rechtsorganisationen und den jeweiligen Stand der Katastervermessung verschaffen wollte, wurde explizit nicht nach dem «Grundbuch» gefragt, weil dieses Wort «überall wieder etwas anderes meint».<sup>36</sup> Die Wirkungen des Föderalismus hatten schon 20 Jahre früher einen deutschen Beobachter dazu veranlasst, das schweizerische Katasterwesen als «rückständig» zu bezeichnen.<sup>37</sup> Diese Uneinheitlichkeit der politischen Landschaft hat die Einführung des katasterplangestützten Grundbuchs in der Schweiz stark verzögert (Abb. 6). Und sie hat auch den Aufbau einer modernen Arealstatistik erschwert. Es ist bemerkenswert, dass der Bundesverwaltung 1908 einfache geographische Angaben über die Flächenverhältnisse der Gemeinden, Bezirke und Kantone nicht in befriedigender Weise vorlagen. Entsprechend interessierte sich das eidgenössische statistische Bureau sehr stark für die Aufklärungsbemühungen des Justizdepartements.<sup>38</sup>

Für die am Aufbau einer modernen Verwaltung arbeitenden Bundesbeamten war die föderalistische Staatsstruktur ein grosses Hindernis.

Ich möchte nun den Blickwinkel ändern und umgekehrt fragen, ob die Einführung des eidgenössischen Grundbuchs die Landschaft der Schweiz vereinheitlicht hat. Dies war ein erklärtes Ziel des Geometerkonkordats, welches auf einen möglichst grossen und homogenen Nachfrageraum für Geometerarbeiten hin wirkte.<sup>39</sup> Homogenisierung war auch das Ziel der bundesstaatlichen Exekutive bei der Einführung des neuen Zivilgesetzbuches. In der nationalrätlichen Eintretensdebatte 1905 bezeichnete Bundesrat Ernst Brenner das Werk als wichtigen Schritt, «der in erster Linie unsere nationale Einheit mächtig fördern [...] wird.»<sup>40</sup> Doch der Versuch, diese Einheit zu realisieren, stiess immer wieder auf die unüberschauliche Heterogenität des Landes. Zwischen 1908 und 1925 verschickte das Justiz- und Polizeidepartement (JPD) fünf Kreisschreiben an die Kantone, in welchen immer wieder in ähnlichem Wortlaut nach den vermessungstechnischen lokalen Besonderheiten gefragt wurde.<sup>41</sup> Es ist kaum erstaunlich, dass sich für die Schweiz ungewöhnlich zentralistische Stimmen zu Wort meldeten: «Sollte nicht vielleicht der Bund alle Vermessungen selbst ausführen?» fragte der Abteilungschef im JPD, Prof. Burckhardt. Juristisch sähe er keine Probleme, da der Bund ja zur Schaffung von Hilfsmitteln für das neue ZGB ermächtigt sei.<sup>42</sup> Ein anderer Bundesbeamter forderte rundweg «die Verstaatlichung des Vermessungswesens, [die] Übernahme der bestehenden Organisationen und des gesamten kantonalen und Privatpersonals durch den Bund».<sup>43</sup> Doch ebensowenig erstaunt es, dass dieser Weg nicht praktikabel war.

Ein breiter Vernehmlassungsprozess, an welchem Geometervereine aus der Deutsch- und der Welschschweiz, der Bauernverband, der Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein, Forstleute und Kulturingenieure, Juristen und Notare, zahlreiche Bundesbehörden sowie Vertreter einzelner Kantone beteiligt waren, führte schliesslich zur Verordnung und zur paragraphenstarken Instruktion für die Grundbuchvermessungen vom 15. Dezember 1910. Aber die Vielfalt des rechtlichen und des politischen Raumes war damit keineswegs in der nationalen Einheit aufgehoben. Dies zeigt sich vor allem in der grossen Bedeutung, welche die Einführungsbestimmungen im Schlusstitel des ZGB erlangten. Dort wird in gewissen Fällen die Einführung eines Grundbuchs ohne vorgängige Vermessung erlaubt.<sup>44</sup> Der auf Messtischaufnahmen basierende Kataster des Kantons Waadt behielt seine Grundbuchwirkung. Das organisatorische Durcheinander blieb bestehen. In Kantonen wie Glarus, die bisher keine eigenen Vermessungsämter hatten, koordinierten Bundesbehörden die bezüglichen Aktivitäten. Andere Kantone wie die Waadt, Bern oder Zürich unterhielten weiterhin ihre eigenen Ämter.

Sowohl die ökonomische als auch die geographische Heterogenität der Landschaft spiegeln sich in den gesetzlichen Formulierungen. Die Kosten für das Vermessen und Vermarken von Landschaft wollen bezahlt sein. Doch wer wendet die entsprechenden Beträge auf, wenn sie höher sind als der Bodenwert? Mit dieser Frage meldete sich der Bauernverband wiederholt zu Wort.<sup>45</sup> Die Antwort des Gesetzgebers war ein diffiziles Modell, in welchem nach drei «Instruktionsgebieten» bei abnehmendem Bodenwert einerseits die Anforderungen an die Vermessungsgenauigkeit gesenkt und andererseits die Bundesbeiträge an die Vermessungskosten erhöht wurden. Heute wird nach fünf «Toleranzstufen» getrennt.<sup>46</sup>

Grosse Unterschiede zeigte die Schweizer Landschaft auch im Parzellierungsgrad. Wenn im Kanton Tessin für jedes Grundstück ein eigenes Grundbuchblatt mit entsprechendem Plan bereitgestellt werden soll, argumentierte Nationalrat Bertoni 1916, so «müssten an einigen Orten besondere Gebäude erstellt werden, um diese zahllosen Bände des [...] Grundbuches unterzubringen.»<sup>47</sup> Die Antwort auf dieses Problem waren Güterzusammenlegungsprojekte. Der Versuch, die Homogenität des Gesetzbuchs in die äusserst heterogene Realität zu übertragen, gestaltete sich sehr aufwendig. Die Bereinigung der dinglichen Rechte und die Senkung der Parzellenzahl durch die Güterzusammenlegungen entwickelten sich zu einem endlosen Prozess, der noch heute nicht abgeschlossen ist. Die Homogenisierung des Schweizer Raums, so lässt sich folgern, blieb ein Traum.

## SCHLUSS

Die eingangs gestellte Frage, warum für das Grundbuch vermessen wird, lässt sich abschliessend in zwei Richtungen beantworten. Erstens ist festzuhalten, dass das juristische Bedürfnis nach Individualisierung von Grundstücken vermessungstechnisch sehr gut befriedigt werden kann. Aber für die Anlage eines Grundbuchs ist die Katastervermessung nicht unbedingt notwendig, und die in der Schweiz vorgeschriebenen Messgenauigkeiten sind es noch weniger. Dass die Vermessung und das Immobiliarsachenrecht dennoch auf hohem technischen Niveau miteinander verbunden wurden, liegt an der Idee eines Mehrzweckkatasters. Diese Idee hat das Grundbuch zum Grund aller Pläne erhoben.

Mit dem Technikhistoriker Joachim Radkau lässt sich festhalten: «Technik ist in vielen Fällen keine blosse Antwort auf einen Bedarf, sondern an der Technik entwickeln sich Bedürfnisse und Verhaltensweisen.»<sup>48</sup> Die neuen Verfahren der Katastervermessung hatten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

einer wachsenden Geometergemeinschaft (der Deutschschweiz) eine ökonomische Grundlage gesichert. Diese galt es in die Neuregelung des Sachenrechts hinüber zu retten. Dabei wurde argumentiert, dass sich die hohen Kosten eines Mehrzweckkatasters langfristig lohnten, weil in der Ausführung konkreter ingenieurtechnischer Projekte auf die Planwerke der Grundbuchvermessung, insbesondere auf den Übersichtsplan zurückgegriffen werden könne. Doch dieses Argument spielte nur, weil vermessungstechnische Produkte bereits in vielen Zusammenhängen verwendet wurden.

Zweitens hat sich herausgestellt, dass zwar die Vielfalt der schweizerischen Verhältnisse einer einheitlichen katastertechnischen Lösung lange Zeit im Wege stand. Umgekehrt sind aber mit der Einführung des eidgenössischen Grundbuchs diese Verhältnisse nicht wirklich vereinfacht worden. Vielmehr scheint sich im Verlauf des politischen Prozesses die Etablierung einer fiktiven Buchstabenhomogenität als genügend erwiesen zu haben.

Das Missverhältnis zwischen den über 80jährigen Zielen der ingenieurtechnisch fundierten Politik und dem gegenwärtigen Zustand ist nicht als Misserfolg zu deuten. Vielmehr ist zu vermuten, dass die angestrebte «nationale Einheit» nicht landschaftlich und juristisch real ausgeformt werden kann, sondern notwendigerweise einen fiktiven Charakter tragen muss. Der Versuch, durch die «Verwissenschaftlichung des Sozialen» die Gesellschaft transparenter, konfliktfreier und gerechter zu gestalten, erweist sich nach Raphael heute als Illusion, weil dieses Projekt «an den Grenzen sozialstaatlicher Gestaltungsspielräume, den Interessenskollisionen betroffener sozialer Gruppen sowie der Beharrungskraft etablierter Strukturen» scheitern muss.<sup>49</sup> Gerade im Sachenrecht zeigt sich aber deutlich, dass alleine schon die *Illusion* von homogener Gleichheit und Gleichbehandlung ein grosses Potential entwickeln kann. Das Grundbuch entfaltet seine rechtliche Praktikabilität ja nicht deshalb, weil es in allen Landesteilen auf Vermessungen basiert, die nach einheitlichen Vorschriften effektiv ausgeführt worden sind, sondern weil alle Ausnahmen von dieser Regel in detaillierten Formulierungen vorliegen und weil im Prinzip überall präzise vermessen werden *könnte*.

Diese Fiktion einer einheitlich vermessenen Schweiz und eines einheitlichen Schweizer Rechtsraumes ist um so wirkungsmächtiger, je besser ihre Fundamente wissenschaftlich oder ingenieurtechnisch abgesichert sind. Auch hierfür ist das Sachenrecht ein gutes Beispiel. Denn in seiner Konstruktion dient der Rekurs auf die Geodäsie dazu, eine als aussergesellschaftlich und damit als neutral akzeptierte Basis zur Beurteilung gesellschaftlicher Konflikte bereitzustellen. Es ist davon auszugehen, dass ein moderner Staat, zu dem sich die Schweiz im Untersuchungszeitraum in bedeutenden Schritten entwickelt hatte, einen Bedarf nach solchen Homogenitäts- bzw. Gleichheitsfiktionen hat.

Die Bedeutungssteigerung von Landkarten und Plänen wäre eine Antwort auf diesen Bedarf, denn Homogenität ist eine zentrale Charakteristik der fiktiven Welt auf Papier.

#### *Anmerkungen*

- 1 Ich gehe dabei aus von Lutz Raphaels Konzept der «Verwissenschaftlichung des Sozialen». Raphael Lutz: Die Verwissenschaftlichung des Sozialen als methodische und konzeptionelle Herausforderung für eine Sozialgeschichte des 20. Jahrhunderts, in: *Geschichte und Gesellschaft* 22, 1996, S. 165-193.
- 2 Kain Roger J. P. und Baigent Elizabeth: *The cadastral map in the Service of the State. A history of property mapping*, Chicago 1992, S. 331.
- 3 Simonius Pascal und Sutter Thomas: *Schweizerisches Immobiliarsachenrecht. Band I: Grundlagen, Grundbuch und Grundeigentum*, Basel und Frankfurt a. M. 1995, S. 168.
- 4 Huber Eugen: *System und Geschichte des schweizerischen Privatrechts*, Bd. 3, Basel 1889, S. 47ff.; Möllering Hermann: *Rechtliche Eigentumssicherung - Entwicklung bis zum heutigen Mehrzweckkataster*, in: Junius H. (Hg.): *Eigentumssicherung im Wandel der Zeit*, Stuttgart 1993, S. 61-82, hier S. 65ff.; Simonius und Sutter (wie Anm. 3), S. 169f.
- 5 ZGB Art. 945, Abs. 1.
- 6 Grund und Boden wurden erst mit der Aufhebung der Feudallasten zu Ende des Ancien Régime im modernen Sinn zu besitzbarem Eigentum, als welches sie ihren systematischen Ort im Sachenrecht fanden. Vgl. Huber Eugen: *System und Geschichte des schweizerischen Privatrechts*, Bd. 4, Basel 1893, S. 694.
- 7 Huber (wie Anm. 4), S. 94; Guhl Theo: *Die Durchführung der Grundbuchvermessungen in der Schweiz*, in: *Politisches Jahrbuch der Schweizerischen Eidgenossenschaft* 30, 1917, S. 119-154, hier S. 123; Möllering (wie Anm. 4), S. 69, verweist auf vorkatastrale «geopoetische» Individualisierungen durch Nummer, Lage und Eigenname eines Grundstückes.
- 8 Vgl. etwa den oberitalienischen Steuerekataster aus dem frühen 18. Jahrhundert. Kain und Baigent (wie Anm. 2), S. 181ff.
- 9 His Eduard: *Geschichte des Basler Grundbuches*, Zürich 1915, S. 10ff.
- 10 Matthias Herbert J. et al.: *Amtliche Vermessungswerke Band 1. Geschichte und Grundlagen*, Aarau, Frankfurt a. M. und Salzburg 1980, S. 21.
- 11 Protokoll der Sitzung der Kommission zur Vorbereitung der Frage der vom Bunde zu subventionierenden Vermessungsarbeiten gemäss Art. 39ff. des Schlusst. des ZGB vom 21.5.1908, Schweizerisches Bundesarchiv (BAR) E 22 Nr. 2275 Bd. 1.
- 12 Wieland Karl Albert: *Das Grundbuchrecht im Entwurfe eines schweizerischen Zivilgesetzbuches*, in: *Zeitschrift für schweizerisches Recht* NF 21, 1902, S. 298-384, hier S. 311.
- 13 Matthias Herbert J.: *Das Amtliche Vermessungswesen der Schweiz. Rückblick, Umschau und Ausblick*, Zürich 1976, S. 38; Simonius und Sutter (wie Anm. 3), S. 174.
- 14 Zur «Messstischmethode» vgl. Kretschmer Ingrid et al. (Hg.): *Lexikon zur Geschichte der Kartographie. Von den Anfängen bis zum 1. Weltkrieg*, 2 Bde, Wien 1986, Bd. 2, S. 489.
- 15 Rohr Rudolf: *Das Theodolith-Verfahren für den Kataster*, Bern 1866. Vgl. die Konkordatsvorschriften z. B. in: *Kanton Bern: Gesetze, Verordnungen und Vorschriften über das Vermessungswesen 1869*, Bern 1869.
- 16 Protokoll der thurgauischen Geometerprüfungskommission bezüglich der Entwürfe für ein Geometerkonkordat an der Konferenz von Baden, 17. und 18.10.1864, zit. nach Fehr Daniel: *Das schweizerische Geometerkonkordat, seine Gründung, Entwicklung und Wirksamkeit*, Zürich 1912, S. 15.



- 17 Er tat dies aber nicht ohne zu warnen, dass dereinst «die Erfahrung klug mache» und der Messtisch wieder zum Einsatz gelange, zit. nach Fehr (wie Anm. 16), S. 17.
- 18 Gutachten zu Händen des Bundesrats vom 24.1.1866, zit. nach Fehr (wie Anm. 16), S. 18.
- 19 Protokoll der 25. Sitzung der Prüfungskonferenz des Geometerkonkordats, zit. nach Fehr (wie Anm. 16), S. 39. Zur Berufung Rebsteins vgl. Grob Hans et al. (Hg.): Eidgenössische Technische Hochschule Zürich 1955-1980. Festschrift zum 125jährigen Bestehen, Zürich 1980.
- 20 ZGB Art. 950 Abs. 1 und Abs. 2.
- 21 Vgl. den Bundesbeschluss vom 13.4.1910 betreffend Beteiligung des Bundes an den Kosten der Grundbuchvermessung, den Bundesratsbeschluss vom 15.12.1910 o betreffend Inkrafttreten des Bundesbeschlusses vom 13.4.1910, die Verordnung betreffend die Grundbuchvermessungen vom 15.12.1910 und insbesondere den Art. 66 der Instruktion für die Grundbuchvermessungen vom 15.12.1910.
- 22 Fehr (wie Anm. 16), S. 55.
- 23 Vgl. beispielsweise das Schreiben des Präsidenten des Vereins der schweizerischen Konkordatsgeometer, M. Ehrensberger, an das Justiz- und Polizeidepartement vom 12.6.1907, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 1.
- 24 Rohr (wie Anm. 15), S. xi; Rebstein Johann Jakob: Bericht über die Vornahme einer allgemeinen Parzellar-Vermessung und über die Einführung der Grundbücher an die Direktion der öffentlichen Arbeiten des Kantons Zürich und die Kommission für Reorganisation des Kataster- und Vermessungswesens, erstattet von der Subkommission derselben, Zürich 1885, S. 7.
- 25 Leutenegger K: Orientierender Bericht des Herrn Ingenieur K. Leutenegger über die für die Einführung des Grundbuches vorgesehenen Vermessungen (Vom Oktober 1908). BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 1, S. 2.
- 26 Leutenegger (wie Anm. 25), S. 28. Der Verein Schweizerischer Konkordatsgeometer war bei ähnlichen Präzisionsvorstellungen immerhin auf 35% gekommen. Verein Schweizerischer Konkordatsgeometer (Hg.): Protokoll über die Verhandlungen einer vom Verein schweizer. Konkordatsgeometer einberufenen Konferenz vermessungstechnischer Fachmänner am 14.11.1908 im Cafe Merz in Bern, Luzern 1908.
- 27 Leutenegger (wie Anm. 25), S. 30.
- 28 Protokoll der Verhandlungen einer technischen Kommission über die für die Einführung des Grundbuches vorgesehenen Vermessungen, Donnerstag den 7. und Freitag den 8. Januar 1909 in Bern, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 3; Protokoll der dritten Sitzung einer vom Schweiz. Justiz- und Polizeidepartement eingesetzten Spezialkommission zur Begutachtung der Triangulationsfrage mit Rücksicht auf die zu Grundbuchzwecken vorgesehenen Vermessungen vom 13.3.1909 in Bern, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 3.
- 29 Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend Beteiligung des Bundes an den Kosten der Grundbuchvermessungen (27. August 1909), in: Zeitschrift des Vereins Schweizerischer Konkordatsgeometer 7, 1909, S. 215-234, hier S. 218.
- 30 An. 6 Abs. 1 und An. 7 Abs 1 der Verordnung über die amtliche Vermessung vom 18.11.1992.
- 31 So etwa Harry Hans: Vermessung und Grundbuch, in: Schweizerische Zeitschrift für Beurkundungs- und Grundbuchrecht 36, 1955, S. 241ff.
- 32 Vgl. Gugerli David: Kartographie und Bundesstaat. Zur Lesbarkeit der Nation im 19. Jahrhundert, in: Ernst Andreas et al. (Hg.): Revolution und Innovation. Die konfliktreiche Entstehung des schweizerischen Bundesstaates von 1848, Zürich 1998, 8. 199-215.
- 33 Rebstein (wie Anm. 24), S. 17f.
- 34 Art. 64 Abs. 2 der Bundesverfassung; Carlen Louis: Rechtsgeschichte der Schweiz. Eine Einführung, Bern 1988, S. 95.
- 35 Zur Rechtspraxis vgl. Simonius und Sutter (wie Anm. 3), S. 170f. Einen Überblick zu den zahlreichen geodätischen Arbeiten der Kantone bietet Zölly Hans: Geschichte der geodäti-

- schen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz, o.O. 1948, S. 76-96.
- 36 Protokoll der Sitzung der «Kommission zur Vorbereitung der Frage der vom Bunde zu subventionierenden Vermessungsarbeiten gemäss Art. 39ff. des Schlusst. des ZGB» vom 21. Mai 1908, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 1.
  - 37 Rittmeyer R.: Das Katasterwesen in der Schweiz, in: Zeitschrift für Vermessungswesen. Organ des Deutschen Geometervereins 18, 1889, S. 404-407, hier S. 407.
  - 38 Schreiben des Direktors des eidgenössischen Statistischen Bureaus an den Vorsteher des eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartements vom 28. Oktober 1908, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 1.
  - 39 Wietlisbach J.: Eine Anregung betreffend die Forstgeometer, in: Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen. Organ des schweizerischen Forstvereins 14, 1863, S. 44-45, hier S. 45.
  - 40 Zit. nach Kreis Georg: Ernst Brenner 1856-1911, in: Altermatt Urs (Hg.): Die Schweizer Bundesräte. Ein biographisches Lexikon. Zürich, München 1991, S. 275-279, hier S. 278.
  - 41 Kreisschreiben vom 1.6.1908, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 1; Kreisschreiben vom 3.10.1910, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 6; Kreisschreiben vom 25.7.1916, vom 3.3.1923 und vom 26.1.1925, BAR E 22 Nr. 2274.
  - 42 Protokoll der Verhandlungen einer technischen Kommission über die für die Einführung des Grundbuches vorgesehenen Vermessungen, Donnerstag, den 7. und Freitag, den 8. Januar 1909 in Bern, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 3.
  - 43 Schreiben Leuteneggers an Brenner vom 23.1.1909, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 3. Im selben Brief verweist er auf «die Opposition der welschen Kantone [...], die den Messtisch und ihre partikularistischen Bestrebungen bezüglich der Ausbildung der Geometer nicht ohne Weiteres preis geben werden».
  - 44 An. 40 Abs. 2 Schlusst. ZGB. Art. 41 Abs. 1 des Schlusst. verlangt bei der Einführung des Grundbuches die Rücksichtnahme «auf die Verhältnisse der Kantone und auf das Interesse der verschiedenen Gebiete».
  - 45 Vgl. die Eingabe des schweizerischen Bauernverbandes an die Schweizerische Bundesversammlung betreffend die Bundesbeiträge an die Grundbuchvermessungen von 1910, BAR E 22 Nr. 2275 Bd. 5, sowie Schwarzenbach J.: Beiträge zur Organisation der schweizerischen Grundbuchvermessung nach dem neuen Zivilgesetzbuch. Vortrag an der 225. Versammlung der Gesellschaft schweizerischer Landwirte am 20.5.1910 in Zürich, in: Mitteilungen der Gesellschaft schweizerischer Landwirte 6, 1910, S. 2-36.
  - 46 Art. 15 der Vermessungsverordnung vom 15.12.1910; Art. 3 der Technischen Verordnung über die amtliche Vermessung vom 1.7.1995.
  - 47 Auszug aus dem Protokoll der Sitzung des Schweiz. Nationalrates vom Donnerstag, 8. April 1916, BAR E 22Nr. 2280.
  - 48 Radkau Joachim: Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Frankfurt a. M. 1989, S. 53.
  - 49 Raphael (wie Anm. 1), S. 178.

# ZWISCHEN MANIER UND MANIE

## MILITÄRISCHE DISPOSITIONEN DES RELIEFEFFEKTS

WERNER OEDER

Der Reliefeffekt in seinen verschiedenen Ausprägungen hat sich im 19. Jahrhundert zum dominierenden Darstellungscode und Signum der Schweizer Kartographie entwickelt: Die Bemühungen um seine Perfektionierung bestimmten in hohem Masse deren Selbstwahrnehmung.<sup>1</sup> In vielen Beschreibungen und Kommentaren scheint eine ungezügelter Faszination ob seiner halluzinierenden Wirkung auf. Auch Henri Dufour, der ab 1832 der amtlichen Kartographie die Reliefmanier in seinen Instruktionen programmatisch eingeschrieben hatte, fühlte sich zuweilen herausgefordert, dessen Suggestivwirkung weiterzutreiben: «Deshalb sah man ihn», so kolportiert sein Biograph Walter Senn-Barbieux, «im hohen Alter noch dieses Wandexemplar mit seinem Bleistifte retouchieren und sich von Zeit zu Zeit wie einen Maler auf eine gewisse Entfernung vor sein Werk aufzustellen, um die durch neue Schraffierungen erreichte Wirkung zu beurtheilen, so dass es ihm in der That gelungen ist, bei dem Beschauer die vollständige Illusion eines Reliefs hervorzubringen.»<sup>2</sup>

Die manipulative Steigerung der Reliefwirkung war in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts nicht nur die private Passion eines pensionierten Generals, sondern offizielle Präsentationspolitik der amtlichen Kartenwerke. Trat nämlich der Reliefeffekt in der Öffentlichkeit nicht wunschgemäss ein, legte man Hand an wie bei der Dufourkarten-Präsentation anlässlich der Landesausstellung 1883 in Zürich: «Das ausgestellte Exemplar, auf welches das Portrait des Generals Dufour herabschaut, gewährt einen überraschend grossartigen Überblick über die Schweiz, welche nicht allein im Alpengebiete, sondern auch im langgestreckten Jura vollständig reliefartig hervortritt. Dieser Reliefeffekt, welcher sich hauptsächlich bemerkbar macht, wenn man die Karte aus einer gewissen Entfernung durch einen Feldstecher betrachtet, ist nicht allein den Schraffen und der schiefen Beleuchtung zuzuschreiben, sondern hauptsächlich der unter Leitung des Herrn Oberst Lochmann von Herrn Ingenieur Held ausgeführten künstlerischen Retouchierung zu danken. Das eidgenössische topographische Bureau hat in der That kein Opfer gescheut, um dies nationale Werk der Eidgenossenschaft, wie den Fremden, würdig vorzuführen. Zu bedauern ist, dass der Totalindruck der gewaltigen Karte durch zwei hohe Ausstellungs-kasten abge-

schwächt wird und dieselbe von Weitem ihre Wirkung nicht so ausüben kann, als sie eigentlich sollte.»<sup>3</sup>

Welches war nun die Wirkung dieser manieristisch medialisierten Kartenrezeption? Den oben zitierten Ausstellungsbesucher ergriffen angesichts des Reliefs patriotisierende, ja *erhebende* Gefühle: «Wess' Schweizers Brust wird nicht mit gerechtem Stolz erfüllt, wenn er die zu vertheidigende Landesherrlichkeit in der grossartigen, unübertrefflichen *Dufourkarte* auf dem Ehrenplatz vis-à-vis des Hauptportales im Industriegebäude repräsentirt sieht und mit einem Blicke umfasst? Dies Ausstellungsobjekt ist die Perle der ganzen Ausstellung, es stellt in würdigster Weise die politische Einheit der Schweiz dar.»<sup>4</sup>

Das mit einem Blick überschaubare Tableau von 3,5 mal 2,5 Meter Umfang verkörperte offenbar eindrücklich das Bild<sup>5</sup> nationaler Einheit und Geschlossenheit. David Gugerli hat die Herstellungspraktiken und -kontexte des Dufourschen Unternehmens untersucht und die mehrere Jahrzehnte dauernde Prozedur als Medium des schweizerischen Nationalisierungsprojekts herausgearbeitet. In einer umfassenden kartographisch-semanticen Erschliessungspraxis erzeugte die Karte allererst «jenen nationalen Raum, den sie abzubilden sich vorgenommen hatte».<sup>6</sup>

Die Äusserung des patriotisierten Beschauers deutet den Rahmen an, in welchen sich die Kartographie gestellt sah: die militärische Nutzung. In unüblicher Klarheit spricht auch Ulrich Meister in seiner Schrift «Der heutige Standpunkt der schweizerischen Kartographie und die Lesbarkeit der Karten» vom primär militärischen Auftrag der topographischen Erhebungen und des kartographischen Verarbeitens derselben: «Sie sind als solche in überwiegender Mehrheit hervorgerufen durch *militärische Gesichtspunkte*. Die heutige Kartographie kann diesen Grundzug ihres Ursprunges nicht verleugnen, sie trägt demselben entsprechend vorab allen den Anforderungen Rechnung, welche dem Auftraggeber als Militär von seinem Standpunkte aus mit vollem Rechte zu stellen genötigt ist.»<sup>7</sup>

Unüblich ist diese Klarheit, weil kartographische Diskurse dem Reliefeffekt zumeist nur produktionstechnisches oder rezeptionsästhetisches Interesse entgegenbringen. Viele Debatten über Sinn und Wirkung der Plastizität leiden an einer systematischen Abschattung<sup>8</sup> ihres militärischen oder medial-materialen Hintergrunds. Eduard Imhof, Doyen der Schweizer Reliefkartographie und Professor an dem von ihm gegründeten Institut für Kartographie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, glaubte gar, im Umstand, dass die Landesaufnahme von Fachleuten betrieben wurde, und nicht wie in anderen Staaten Mittel zur Ausbildung der Offiziere war, «die Ursachen des schweizerischen Vorsprunges auf dem Gebiete der karto-

graphischen Bildgraphik»<sup>9</sup> zu erkennen. Diese hebe sich darum deutlich ab vom «graphischen Konservatismus», von der «Gleichförmigkeit und Uniformität der Gestaltungsformen», hervorgerufen durch rein militärische Bedürfnisse.

In den folgenden Ausführungen will ich diese Abschattungspraxis mit einer Engführung von militärischen und medialen Fragestellungen etwas erhellen. Es soll deutlich werden, inwiefern militärische Doktrinen den kartographischen Konstruktionen («Alpenwall») und Konstruktionsweisen («Relief») auf-ruhen und in welcher Art sich militärische Kategorien in die Poren (Schraffen, Felsdarstellungen) der Darstellungsformen einschreiben. Im Zentrum meiner Darstellung steht die zwischen 1838 und 1865 veröffentlichte Dufourkarte (Abb. 16 und 17), deren Urheber nach einem Bericht seines Nachfolgers Hermann Siegfried offenbar «selbst erstaunt und zuerst ungläubig» reagierte, «als man ihm von dem merkwürdigen Effecte sprach, den die Zusammenstellung einiger Blätter im Schaufenster eines Buchhändlers hervorbringe». Das Tableau bilde nämlich in jeder Ausstellung «ein Effectstück, indem schon auf kürzere Entfernung, 8-10 m, sich dem Beschauer ein Reliefbild der Erhebungen und Thäler des Landes darstellt». Erstaunlich war dieses Phänomen deshalb, weil die Reliefwirkung zwar im einzelnen Blatt, «nicht aber für das Ganze» angestrebt worden war.<sup>10</sup>

Zweifellos verstärkte der Reliefeffekt den vorhin beschriebenen Eindruck der Einheitlichkeit. Der Totalisierungseffekt stellt sich nur dank lückenloser Anschliessbarkeit und Gleichförmigkeit der Einzelblätter ein, d.h. er gründet auf einer Homogenität, die das kartographische Aufschreibesystem allererst erzeugt. Sowohl Dufour als auch Siegfried haben die amtliche Kartenproduktion auf verschiedenen Ebenen stark vereinheitlicht: Das heterogene Kartenmaterial der Kantonsarchive wurde integriert, mit präzisen Instruktionen legten sie Aufnahmeverfahren, Instrumentengebrauch, Darstellungsweise und Massstäbe verbindlich fest. Die redaktionell-zeichnerische Vereinheitlichung wurde durch Gravur, Kupferstich und Druck weiter verstärkt.<sup>11</sup> Weil der Reliefeffekt an den Landesgrenzen «abbrach», trat das Territorium noch stärker aus dem planen Umland hervor (Abb. 16).

Die Anschlussfähigkeit der Einzelblätter war bekanntlich eine militärische Forderung der ersten Stunde, doch bis zur Auslieferung des letzten Blatts musste man sich mit einem Sammelsurium verschiedenster Kartenwerke in uneinheitlichen Massstäben und Qualitäten behelfen. In diesem Sinne stellte sich die Totalitätswirkung des Reliefeffekts als mediales «Surplus» einer Karte ein, die nicht nur exakt und vollständig, sondern einheitlich und anschlussfähig sein musste.

Auf dem Höhepunkt ihrer Popularität, in den 80er Jahren des letzten Jahr-

hunderts, war die Dufourkarte bereits ein kartographisches Fossil. Es standen grössere Kartenmassstäbe (Siegfried-Atlas) und genauere topographische Informationen (Höhenkurven) zur Verfügung. Ab 1860 eröffnete die Lithographie der Geländedarstellung neue Gestaltungsmöglichkeiten, wodurch der Reliefeffekt mit neuen, «naturähnlichen» Darstellungstechniken (Mehrfarbigkeit, Geländefarben, feinere Licht- und Schattentöne, Luftperspektive) noch stärker «naturalisiert», als «Schweizer Manier» kanonisiert und gleichsam nationalisiert wurde (Abb. 19). Doch erratisch, zum monumentalen und zugleich beweglichen «Lieu de mémoire» auratisiert, trotzte sie der stürmischen kartographischen Entwicklung gleichsam als Matrix<sup>12</sup> und Wahrnehmungsmodell ihrer selbst. Ihr Vermächtnis ist überwiegend propagandistisch: als Symbol nationaler Einheit und Suggestion anschaulicher Transparenz.

## LICHT UND SCHATTEN DER SCHRAFFE

«Anno 1867 trat zum erstenmale die 1864 vollendete sogenannte Dufourkarte im Massstab von 1:100'000 vor die Welt und erweckte auch gleich die allgemeinste Bewunderung. Die Schweiz feierte auf dem Gebiete der Kartographie einen unleugbaren Triumph. Namentlich staunte die Welt über den glücklichen Effekt der angewandten schiefen Beleuchtung, die man in jenen Zeiten aus lauter grauer Theorie geglaubt, gänzlich verlassen zu müssen.»<sup>13</sup> Fridolin Becker, Major im Generalstab, Mitbegründer der farbplastischen Reliefkartographie und später Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, wertete den eindrucksvollen Auftritt der Dufourkarte als Triumph, weil der wissenschaftliche Wert ihrer Reliefdarstellung in ausländischen Kritiken heftig bestritten wurde. Den Anwürfen, veraltete Reproduktionstechniken und unwissenschaftliche kartographische Verfahren einzusetzen, begegnete man von da an routinemässig mit der Begründung, die von Dufour angewandte Methode der schiefen Beleuchtung sei der topographischen Natur des Landes angemessen und die plastische Wiedergabe des Geländes erforderte die Feinheiten des Kupferdruckes.

Die graue Theorie nun, welche die amtlich verordnete Schattenschraffe vertreiben sollte, war der mathematisch-militärische Anspruch, den Karten direkt ableitbare Höhen- oder Steigungsmasse einzuschreiben. Grau, weil unsinnlich und teilweise unsinnig empfand man etwa die Böschungsschraffen-Methode des sächsischen Hauptmanns Johann Georg Lehmann, welche die Geländeneigung unter der Annahme senkrechter Beleuchtung geometrisch exakt nach dem Prinzip «je höher, desto dunkler» ausdrückt.

Es ist eine Eigenart schweizerischer Kartographiegeschichtsschreibung, die Debatte über den «glücklichen Effekt» der Reliefmanier in den Widerstreit malerisch-künstlerischer versus geometrisch-mathematischer Darstellungsweise umzumünzen. Als Gegensatz zwischen Kunst und Wissenschaft komprimiert, taucht der Konflikt bereits bei Dufour auf, wie sich dem Bericht Henri de Saussures entnehmen lässt: «Dufour jugea avec beaucoup de raison que, tout en observant une exactitude mathématique jusque dans les moindres détails, on pouvait faire d'une carte une oeuvre d'art et lui donner le facies d'un tableau qui représenterait réellement le relief du terrain et mettrait ainsi la lecture de la carte à la portée de chacun.»<sup>14</sup>

Die Polarität mathematisch - malerisch findet sich zumeist parallelisiert mit den anderen Gegensatzpaaren sinnlich - unsinnlich, abstrakt - anschaulich, lesbar - unleserlich. Die eigene Methode wurde selbstredend der Seite sinnlicher Anschaulichkeit und Transparenz zugeschlagen, glaubte man doch, die Nüchternheit des physikalisch-optisch vermessenen Geländes verwandle sich unter den Händen der Künstler-Topographen gleichsam naturwüchsig in die physiognomische Evidenz des Reliefs.

Tatsächlich verhält es sich etwas komplizierter. Im einzelnen organisierten sich die Debatten an Fragen über die Wahl der richtigen Beleuchtungsart und den angemessenen Einsatz der Schraffe, also jener Linie des kartographischen Codes, die gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Bergstrichzeichnung abgelöst hatte. Das Dufoursche Reliefsystem nutzte die Schraffe in einer Doppelfunktion: als Darstellungsform grundrisslicher Gelände-Falllinien und als graphisches Element, welches die schattenplastische Wirkung charakteristischer Helldunkel-Verteilungen durch die teilweise genormte Abstufung ihrer Strichstärke und -länge erzeugte.

## MILITÄRISCHE DISPOSITIONEN

Wiewohl das Verteidigungsdispositiv nationaler Kartographiediskurse vorwiegend auf ästhetische Kartographiediskurse zählte, gehorchte die Differenz malerisch - mathematisch eher militärischen denn darstellerischen Erfordernissen. Die Wahl zwischen Böschungs- oder Schattenschraffen entschied sich im Hinblick auf die Steigungsverhältnisse und die Beschaffenheiten des Terrains.<sup>15</sup> Auch der Konflikt zwischen abstrakten Höhenkurven und plastischer Schraffe reflektierte vor allem die Informationsbedürfnisse unterschiedlicher Waffengattungen: «Über Jahrzehnte fochten die Anhänger der *mathematischen* gegen die Vertreter der eher *künstlerischen* Reliefdarstellung, d.h. es bevorzugten die einen eher graphische Mittel wie Höhenkurven (für den

Gebrauch technischer Waffengattungen und sonstige Berechnungen von Vorteil), die ändern die Anschaulichkeit und räumliche Plastizität (für Operationen wichtig).»<sup>16</sup>

Aber noch bevor die Grenzstreitigkeiten zwischen malerischer Ausdruckskraft und mathematischer Exaktheit ihren Höhepunkt erreichten, hatte Dufour bereits die militärisch bedingte Favorisierung einer prägnanten, relief gestützten Gebirgsdarstellung durchgesetzt. Diese Privilegierung der Geländedarstellung wurde von verschiedenen Kommentatoren nicht nur vermerkt, sondern auch kritisiert. So konstatierte Ulrich Meister eine «relative Übersättigung der heutigen Karte von Gebirgen und Bergen». <sup>17</sup> Es trete in ausgeprägter Art in den Karten von 1:100'000 und darüber hinaus das Bestreben zu Tage: «Übersichtskarten zu liefern, in denen vor allem aus das *Terrain* zur Geltung zu bringen sei! Wir stehen nicht an, zu erklären, dass unseres Erachtens vorab die *schweizerische Kartographie* durch das vollendete Vorbild, das ihr die *Dufour-Karte* bot, und durch den Boden, den sie darzustellen hat, diese Richtung in aussergewöhnlichem Masse pflegte, ja dass sie sich dadurch sogar auf eine Bahn leiten liess, die leicht zum Nachteil der kartographischen Leistungsfähigkeit führen könnte.»<sup>18</sup>

Auch die Generalstabskarte im Massstab 1:250'000 leide an der militärisch bedingten Bevorzugung der Reliefwiedergabe: «Wir können uns sogar nicht versagen, zu betonen, dass uns auch die sonst vortrefflich gelungene Übersichtskarte der Schweiz im Massstabe 1:250'000, herausgegeben vom Stabsbüro, eine viel zu weit gehende Vorliebe für die schöne und vollkommene Wiedergabe des Reliefs an den Tag legt, obschon, vom militärischen Standpunkt aus betrachtet, für diese Wiedergabe berechtigte Motive vorliegen.»<sup>19</sup>

Obwohl Meister argwöhnte, man habe in der Dufourkarte das Messbare dem Wirkungsvollen geopfert, stellte sie eine interessante Kompromisslösung dar: Als Übersichtskarte mit grosser Detailfülle befriedigte sie auch Orientierungsbedürfnisse vor Ort.

## ARCHITEKTONIK EINES NEUEN WISSENSRAUMES

Genau besehen, überstieg die schattenplastische Dufourkarte die platte epistemologische Trennung zwischen abstrakter und anschaulicher Darstellung. Die Architektonik des Wissensraumes Relief, das der Genie-Ingenieur Dufour sorgsam angelegt hatte, war wesentlich komplexer. Unter funktionalen Gesichtspunkten erscheint die Differenz malerisch - mathematisch vielmehr als eine Sukzession, Schichtung oder Füllung: «Man entschied sich mit Rücksicht auf die unebene Configuration des Terrains für die Annahme schräg einfallen-



den Lichte, da man durch diese Methode der Karte mehr Klarheit geben konnte. Es erschien als der beste Weg, um zu einer für alle gefälligen und anschaulichen Karte zu gelangen, *nachdem die Delineamente mit mathematischer Schärfe festgestellt waren, die übrige Behandlung nach mehr malerischen Rücksichten zu leiten.*<sup>20</sup> Erst nach einer «mathematisch genauen Bestimmung des Gerippes der Karte» konnte man «füglich zu einer mehr malerischen Zeichnung Zuflucht nehmen, um ein Kunstwerk zu schaffen, das Jedermann verständlich sei», indem es bewirke, «die hohen Berge recht fasslich hervortreten zu lassen und sie auch dem ungeübtesten Augen verständlich zu machen.»<sup>21</sup>

Mit der «mathematisch genauen Bestimmung des Gerippes der Karte» meint Senn-Barbieux die ab 1832 vorgenommene und 1838 fertiggestellte primordiale Triangulation. Sie bestellte den geodätischen Grund, über dem sich das malerisch konstruierte und aus den Höhenlinien der Aufzeichnungsblätter abgeleitete Relief stolz erheben konnte.

Dieses erhielt nun von Anfang an die Aufgabe, die Verständlichkeit der Karte zu verbessern. Dufour orientierte sich dabei an den «üblichen Verfahren» des «Dépôt de la guerre de France», dessen «erster Zeichner» ihm empfahl, mit der schiefen Beleuchtung, «die alle Mittel zur Erzeugung einer malerischen Darstellung bietet», die Geländewiedergabe am Publikumsgeschmack auszurichten. «Die Hauptsache wird eben, nachdem man in den geodätischen Operationen allen Anforderungen der Wissenschaft Genüge geleistet hat, die sein, sich nach dem Geschmack des Publikums zu richten, für welches man die Karte verfertigt, und diesem Geschmack kann nur durch eine vollkommene, d.h. durch Genauigkeit, Klarheit und Eleganz hervorragende Zeichnung genüge geleistet werden.»<sup>22</sup>

Dufour übernahm von Frankreich nicht nur die schiefe Nordwestbeleuchtung - eine Reminiszenz und Reverenz an die Schul- und Studienzeit in den Städten Paris und Metz? Auch die Lichtdramaturgie hatte eine klare Referenzgrösse: «General Dufour hat das Lehmann'sche Prinzip senkrechter Beleuchtung in der eidgenössischen Karte in Anwendung gebracht, aber nur in den ebenen und hügeligen Theilen, im Hochgebirge hielt er sie für durchaus unzulänglich. Es ist in der That praktisch unmöglich, Felsenparthien in anschaulicher Weise ohne Schatten und Licht zu zeichnen, das haben auch die Franzosen bewiesen, indem sie in ihrer grossen Karte (1:80'000) senkrechte Beleuchtung für die gewöhnlichen Terrainschaffen, schiefe für die Felsparthien anwandten.»<sup>15</sup>

Um eine effektvolle Modellierung der Oberfläche zu erreichen, verbündete Dufour also jene Beleuchtungstraditionen, die sich «während des ganzen 19. Jahrhunderts zum Teil bis auf unsere Tage mit wechselndem Kriegsglück befehdeten.»<sup>24</sup>

Während die mathematisch-militärischen Erfordernisse keine Aufweichung

des geodätisch-wissenschaftlichen Fundaments erlaubten, erforderte eine relief-optimierende Lichtführung zuweilen eine Beugung der Gesetze, die den schrägen Lichteinfall regierten: «Bei der praktischen Kartenherstellung hat man sich nie an diese Annahme paralleler Lichtstrahlen gehalten. Durch kleine lokale Abdrrehungen der Lichtrichtung suchte man ein objektiveres, weniger willkürliches Formenbild zu erhalten. Auf den Form-Eindruck allein kommt es bei der Schattierung an und nicht auf die strikte Einhaltung eines nutzlosen geometrischen Prinzipes.»<sup>25</sup>

Tatsächlich sicherte die fortwährende Perfektionierung des Relief-Konzepts, das auf die Evidenz von Wahrnehmungseffekten setzt, den Vorsprung<sup>26</sup> der Schweizer Kartographie vor den anderen Nationen. Es war eine kartographische Natur, die zum Publikum sprach; nicht Optik, sondern Physiologie begründete die selbstverständliche Verknüpfung von Karte und Gelände.

## EVIDENZ DES PLASTISCHEN

«Warum wirkt die *Dufour-Karte* so verständnisvoll auf den letzten Beschauer?» fragte sich etwa Ulrich Meister in der vorher erwähnten Schrift. «Weil dort der Versuch gemacht wurde und geglückt hat, die Bergmassen in relief-artiger, dem Auge als plastische Form erkennbarer Art darzustellen.»<sup>27</sup> Die Naturähnlichkeit plastischer Anschaulichkeit stellte sich nicht unvermittelt ein, sondern formte sich in einem vielschichtigen Wechselspiel zwischen Abstraktion und Fiktion: Beispielsweise, indem das topographische Bureau die Höhenkurven der Aufnahmeblätter in Schraffen übersetzte, deren Hell-Dunkel wiederum nur die Beleuchtung einer fiktiven Lichtquelle simulierten. Fiktionalität prägte auch das Beckersche Modell der Reliefwirkung: «In erster Linie sollte man doch die Berge und Täler deutlich erkennen, so dass man glaubt, sie mit *dem Finger greifen* zu können.»<sup>28</sup> Es erstaunt nicht, dass der Handwerker Becker die Evidenz plastischen Erlebens mit taktiler Erfahrung verknüpfte. Dufour hingegen hatte seinem Wissenssystem eine weit radikalere Transzendenz dekretiert: er bedeutete den Zeichnern, die Berge so darzustellen, dass sie aus dem Papier - ins Auge - sprangen («faire sortir du papier»). Die Berge sind offenbar der privilegierte Ort, an dem die Evidenz des Reliefs durch die Reflexivität von Gebirge und Plastizität gesichert schien; beide brachten sich in der gleichen Wahrnehmungsbewegung hervor und bestätigten sich hierdurch. Schnittstellen dieses Wechselspiels sind die vielgerühmten Felsenzeichnungen. Dufour gab vor, dass die Felskörper nach ihren wirklichen Formen naturähnlich durch Schraffen auszudrücken seien: «Man hat sich hauptsächlich zu bemühen, den Charakter jedes Berges deutlich wieder-

zugeben, indem man soviel als möglich der Natur nachzeichnet und sich dabei vor dem hütet, was man <Manier> nennt.»<sup>29</sup>

In beschwörendem Ton warnt Dufour vor der Anwendung einer manierierten, übertriebenen und falschen, weil künstlichen Kunst, da eine allzu subjektive oder verzirkelte Darstellung die gebotene Naturähnlichkeit verfehlen musste. Deshalb band er die Felszeichnung an die geologische Natur der Gesteinsformationen zurück, welche als Vorbild und Richtschnur dienen sollte. Die Dufourkarte stellte massstabsbedingt nur die grossen orographischen Formen dar. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bildeten die «genetischen Felszeichnungen» auch den geologisch-morphologischen Werdegang des Gebirges ab, wurden also «in der Weise durchgeführt [...], dass die charakteristischen Formen in den Massen sich ausgedrückt finden, um schon durch die Physiognomie der Berge und Thäler auf deren Bildung und Lagerung hinzuweisen.»<sup>30</sup> Im genetisch-morphologischen Entwurf wurden die Felsen doppelt naturalisiert: sie erhielten ihre Naturgeschichte und Individualisierung.

Die Wahrheit und Wirkung der Schattenplastik wurde durch diese ikonischen Natur-Einschlüsse deutlich verstärkt: In den Felszeichnungen scherten die Striche aus der kartographischen Schraffenordnung aus und traten in den Naturalismus einer malerisch-mimetischen Tradition ein. Im intermittierenden Zusammenspiel von Schattenplastik und Felszeichnung konnten sich Abstraktion und Anschaulichkeit, Exaktheit und Erkennbarkeit auf scheinbar natürliche, unmittelbare Weise versöhnen.

Diese Interaktion zwischen Schattenplastik und Felszeichnung bedurfte aber eines neu ausdifferenzierten kartographischen Wissenssystems, das neben den «gewaltigen Terrainmassen der Hochalpen» auch noch «andere, ihrem Charakter und ihrer Darstellbarkeit nach völlig entgegengesetzte, deutlich markirt nämlich Fels, Gletscher und Firn. Diese drei Terrainformen sind consequent von einander geschieden und doch wiederum zu einem wahrhaft malerischen, naturwahren, harmonischen, lebensvollen Gesamtbilde vereinigt, wie in keiner andern uns bekannten Karte».<sup>31</sup>

Es ist ein Indiz für die Plastizität dieses Systems, dass es auch die Höhenkurve produktiv einbinden konnte. Die Integration der Isohypse, dieses ebenso abstrakte wie fiktive Produkt kartographischer Einbildungskraft,<sup>32</sup> stellte die grösste Irritation und Herausforderung des Reliefsystems dar.<sup>33</sup>

Wenngleich die Dufourkarte das ganze eidgenössische Territorium in einem einheitlichen Massstab darstellte, so schieden es die Aufnahmeverfahren deutlich in zwei Gebiete: das Hochgebirge und das Flachland. Die von Dufour vorgeschriebenen Massstäbe markierten nicht nur die Grenzen des sozialen - bewohnten oder unbewohnten - Raumes, sie manifestierten auch die Topo-

graphie einer in bewirtschaftete und nicht bewirtschaftete - also unwirtliche - Zonen geteilten Nation. Die Aufmerksamkeitsökonomie einer erwachenden Industrienation manifestiert ihre Interessenlagen mittels Aufnahmepraktiken und Publikationsmassstäben: Vor allem bedurfte man möglichst genauer, im Massstab 1:25'000 erfasster Inventare jener Gebiete, deren Böden bald Ingenieursheere mit Strassen, Schienen und Kanälen durchpflügten. Anders die Alpen: Bis zu ihrer kartographischen Erfassung im Massstab 1:50'000 besaßen sie die Züge einer mythisch-literarischen, beinahe zeitenthobenen Welt, die dem seltenen Eindringling Schrecken oder Ruhe verhieß. Im Dufour-Tableau der Bergketten, die mikroskopisch in die morphogenetischen Felszeichnungen mäandrieren, überlagerten sich im letzten Drittel des Jahrhunderts zwei Verwerfungs-Visionen in einem Vexierbild: Die Schichtenbildungsprozesse der beginnenden Industrialisierung zeichneten sich in der Faktur plastischer Ketten und Felsen ebenso prägnant ab wie das agronomische Walten eine Natur, welche die Erdoberfläche offenbar seit Jahrmillionen umpflügt und neu verfügt.

Nicht nur die Dufourkarte, auch die ab 1870 veröffentlichte Siegfried-Karte wurde dem pädagogischen Kalkül des Reliefregimes unterworfen; Becker vermisste bei ihrer Präsentation an der Pariser Weltausstellung von 1889 die Anstrengung, nicht wenigstens so viele Blätter mit Höhenkurven vereinigt zu haben, dass diese «sich in irgend einer Art zu einem Reliefbild gestalten. Das hätte sicherlich nicht nur imponiert, sondern auch bei uns den lebhaften Wunsch erweckt, die Siegfriedkarte einst mit einer Terrainzeichnung zu haben; ja der Wunsch hätte sich eigentlich als notwendige Forderung geltend machen müssen.»<sup>34</sup>

Becker versprach sich von der Reliefsuggestion vor allem eine informationspolitische Wirkung: Die Anschaulichkeit sollte die Bürger befähigen, Karten wie eine Gesetzessammlung, die Zeitung oder einen Kalender zu lesen. Die staatlich sanktionierte Illusion sollte aber nicht nur Bürgern, sondern auch Soldaten zugute kommen. Und umgekehrt geriet eine farbplastisch unterstützte Lektüre von Schulwandkarten unversehens zur Wehrrertüchtigung, was etwa das Kreisschreiben eines Professors Amrein aus St. Gallen aus dem Jahre 1891 errahnen lässt: «Es soll durch diese Karte unserer schweizerischen Schuljugend ein geographisches Unterrichtsmittel geboten werden, das, auf mathematisch genauer Grundlage beruhend, durch die Art der Terraindarstellung das Schweizerland in einem farbenschönen Relief, einem Wandgemälde ähnlich zu wirkungsvoller Gestaltung bringt. In den Herzen unserer Jugend müsste eine solche Karte die Liebe zu unserm schönen Vaterlande zweifelsohne wecken und überdies - und dadurch dürfte das Unternehmen zu wirklich nationaler Bedeutung gelangen - soll diese Karte in ihrer Manier

vorzüglich sich eignen, leicht und gründlich in das Verständnis des Kartenlesens einzuführen und dadurch unsern Schülern, also unsern zukünftigen Soldaten, eine treffliche Vorschule zum verständigen Lesen unserer offiziellen Kartenwerke werden.»<sup>35</sup>

Eine Bemerkung Beckers bringt das eigentümliche Wechselspiel zwischen kartographischem Wissen, der Konstruktion nationaler Identität und militärischer Ausrichtung der Kartenrezeption auf eine interessante Formel. Sie lautet: «Landeskenntniss ist unsere erste Landesbefestigung».<sup>36</sup> Erst die Bekanntschaft mit dem heimischen Territorium - und sei es auch eine kartographische Vertrautheit - schaffe die Voraussetzung für die Verteidigungsfähigkeit.

Doch der Reliefeffekt erschütterte nicht nur Staatsbürgerherzen, sondern auch ganze nationale Verteidigungskonzepte. So geschehen etwa während der Landesbefestigungsdiskussionen der 1880er Jahre, in denen die Alpen und insbesondere der Gotthard eine neue militärische Bedeutung erhielten. Bei diesen Umdeutungsprozessen spielten Karten und die kartographische Konstruktion der Alpen als uneinnehmbarer Wall eine wichtige Rolle.

## KARTOGRAPHISCHE KONSTRUKTION DES REDUITS

Anfang der 80er Jahre bestimmte die Schweizerische Regierung zwei eidgenössische Kommissionen, welche Orte und Optionen einer Landesbefestigung erarbeiten sollten. Die erste, 1881 eingesetzte Gruppe stand unter keinem guten Stern: Rivalitäten unter den Mitgliedern beeinträchtigten die Arbeit, die vorgeschlagenen Projekte waren überdimensioniert und kaum durchführbar. So musste eine zweite Gruppe unter dem späteren Generalstabschef Alphons Pfyffer 1882 erneut klären, ob eine Befestigung des Landes nötig und auch möglich sei. In diesem Gremium einigte man sich schnell auf einen realistischen Gesamtplan, den man schliesslich den Räten vorlegte. Vor allem Pfyffer richtete das Augenmerk auf die Befestigung der Alpen. Viel zweckmässiger als die Befestigung der Hochebene oder des Grenzraums erschien ihm allerdings «die Verstärkung einer bereits vorhandenen, aber noch wenig genützten Zentralstellung, eines schweizerischen Antwerpens, welches keine feindliche Armee einschliessen konnte: der Alpenstellung. Das Hochgebirge wird in allen Kriegen, welche die Schweiz zu führen hat, die eigentliche Operationsbasis und das letzte, *aber stärkste Bollwerk unserer Unabhängigkeit* sein. Wir können uns keinen energischen Verteidigungskrieg gegen irgendeinen Nachbar denken, in welchem die Hochalpen nicht eine entscheidende Rolle spielen werden».<sup>37</sup>

Die Idee, das unwirtliche Gebirge als Rückzugsbereich («Redit») der Armee

in Betracht zu ziehen, galt lange Zeit als militärisch widersinnig. Noch 1882 irritierte diese Vorstellung den Bundesrat so stark, dass er Pfyffer die Option eines Zentralwaffenplatzes Luzern studieren liess. Trotz dieser Bedenken wurde die Gotthardlösung innerhalb weniger Jahre als militärisch, ökonomisch und politisch realistische, wenn nicht einzig opportune Lösung durchgesetzt. Die Befestigung des Gotthards schien sich als Demonstration des schweizerischen Unabhängigkeitswillens aufzudrängen, denn das Volk schätzte den mythenverklärten Berg als Symbol der Freiheit. In der Bewertung, die der Generalstabschef Oberst Arnold Keller im Januar 1891 vornahm, wird der Einfluss spürbar, den die Kartographie im Prozess der Verlagerung von der Grenz- zur Zentralverteidigung hatte: «Keller, der sich, wie wir wissen, zunächst für den Bau von Grenzforts, dann für den Bau eines Zentralwaffenplatzes Brugg eingesetzt hatte, führte aus: Kriegsentscheidend sei und bleibe für die Schweiz die Hochebene. Da es aber seinerzeit nicht gelungen sei, dort einen Zentralwaffenplatz zu bauen, weil kein Punkt allen Anforderungen gerecht werden konnte, sei man *ganz selbstverständlich* auf die Lösung verfallen, den zentralen Gotthardraum zu befestigen. Tatsächlich ergebe ein *Blick auf die Karte*, dass jeder Krieg in der Schweiz früher oder später auf den Gotthard übergreife. [...] das befestigte Lager am Gotthard [sei] nicht nur für die Südfront, sondern für alle Fronten gleichermassen von Bedeutung. Es bilde die zentrale Befestigung und gegebenenfalls das Armeereduit, wie es anderen Staaten in Form eines oder mehrerer Zentralwaffenplätze zur Verfügung stehe.»<sup>38</sup>

Der Blick auf die Karten liess die Abkehr von der Grenzraumverteidigung ebenso plausibel erscheinen wie die Verteidigung und Befestigung der Alpen. Die Umdefinition der militärischen Bedeutung des Gotthards und seine symbolische Aufladung machten dessen Befestigung zur verträglichen Lösung. Hier zeigt sich die Kraft und Wirkungsweise kartographischer Evidenz. Noch 1880 wurde in einem Leitartikel der «Allgemeinen Schweizerischen Militär-Zeitung» über die Landesbefestigungsfrage keineswegs geklärt, wo und wie die Schweiz zu befestigen wäre, wenngleich auch hier noch die Verteidigung in der Hochebene vorgesehen wurde: «Wir wollen, um das Chaos nicht zu vermehren, keine Vorschläge über die zu befestigenden Punkten machen. - Dieses aber möchten wir den Mitgliedern der strat. Kommission ans Herz legen, wenigstens über einen, zwei oder drei der zu befestigende Punkte sich vorerst zu einigen. An der Aare, an der Rhone, dem Tessin, dem Rhein, der Reuss und Limmath dürften sich schon Punkte finden, die zu verstärken allgemein als nothwendig anerkannt wird.»<sup>39</sup>

Und nur sechs Jahre später scheint eine neue Lesart zwingend nur eine Lösung zuzulassen - den strategisch wichtigen Gotthard: «Von gesundem Urtheil zeugte es diesmal, da den Beginn der Arbeiten vorzuschlagen, wo mit den

relativ geringsten Opfern ein ernstlicher Schutz zu erzielen ist, d.h. in den Alpen, da wo durch die Natur des Terrains schon die zu befestigenden Punkte vorgezeichnet sind in *kaum misszuverstehender Weise* und durch Anlage weniger Sperrforts eine ganze lange Front, respektive eine vollständige Rücken- deckung gesichert wird.»<sup>40</sup>

Doch die Vorstellung, mit der Gotthardbefestigung ein uneinnehmbares schweizerisches Reduit zu besitzen, war eine Fiktion: «die Bedeutung der Werke [wurde] unter dem Einfluss der militärpolitischen Lage in Europa immer mehr aufgebauscht, bis man schliesslich in der Öffentlichkeit, aber auch in gewissen Offizierskreisen glaubte, über eine mächtige befestigte Alpen- stellung zu verfügen».<sup>41</sup>

Was machte diese Idee so attraktiv und zwingend? Möglicherweise die karto- graphische Phantasmagorie des Alpenwalls; zunächst in schwarz-weißer Schattenschraffenmanier, dann mit farbplastisch eingepassten Höhenkurven. Zweifellos spielten die Karten eine wichtige Rolle bei der Umcodierung der Alpen zu einem militärisch bedeutsamen Gebiet, zum strategischen und symbo- lischen Terrain. Rhetorisch gesehen, funktioniert der Gotthard als Topos, als geschickt eingesetzter Gemeinplatz in der militärpolitischen Argumentation. Er funktioniert näherhin sogar als Trope, als Redefigur der Ellipse, als *pars pro toto* einer verteidigungswilligen und verteidigungsfähigen Nation.

Der Militärhistoriker Hans Rapold glaubt, dass nicht zuletzt durch die Landes- befestigungsdiskussion das Zusammengehörigkeitsgefühl von Volk und Ar- mee gewachsen sei. Hierbei spielten Karten eine wichtige Rolle: «Zweifellos wirkte in dieser Beziehung auch die Fertigstellung des grossen Kartenwerkes fördernd. Selbst die Alpen wurden in den Kreis der Betrachtungen einbezo- gen, und nach jahrzehntelanger Diskussion konnte in den achtziger Jahren gar mit dem Bau der Gotthardbefestigungen begonnen werden, was wohl besser als viele Worte Zeugnis von der inneren Wandlung ablegte.»<sup>42</sup>

Jener Moment, in dem die Landesbefestigungsfrage in der Diskussion über die Landesverteidigung aufging, macht zwei Aspekte des militärischen Werts der Kartographie noch einmal ganz deutlich: «Wir schliessen unseren Bericht über Landesaussstellung in militärischer Beziehung) mit der Anerkennung, dass der Staat und die Privatindustrie den Krieg nach besten Kräften und mit allen zu Gebote stehenden Mitteln vorbereitet und diese Vorbereitung in gelungener Weise vorgeführt haben. Das Terrain, welches vertheidigt werden soll, ist mit minutiöser Genauigkeit dargestellt und diese Terraindarstellung sind Allen zugänglich gemacht, es fehlt nicht an mathematischen und opti- schen Instrumenten, mit deren Hülfe der Feind erkannt wird, die Zeughäuser sind mit den vortrefflichsten Waffen angefüllt.»<sup>43</sup>

Die hinlänglich beschriebene «Darstellung mit minutiöser Genauigkeit» des-

sen, was verteidigt werden soll, und die reliefverstärkte «Zugänglichkeit» dieser Terraindarstellungen, dies sind die militärischen Erfordernisse, welche die Kartographie am Ende des Jahrhunderts bestens erfüllt. Sie ist integrierter Bestandteil der Landesverteidigung, die Karten stehen als miliztaugliche Waffen lesebereit zur Verfügung, die kartographische Armierung der Schweizer Bevölkerung dient als populäres Vehikel einer Militarisierung des Zivilen. Hierbei bot die Plastizität als quasi-taktile Benutzeroberfläche Schützenhilfe für eine verständliche Lektüre von Karte und Landschaft. Gleichzeitig «nötigte» der Reliefeffekt die Betrachtenden, die Karten semiotisch aufzuladen: Der Effekt selber - vor allen «Inhalten» - wurde dabei zum *Zeichen für Anschaulichkeit* und *Symbol* einer kartographisch vermittelten nationalen Identität.

#### Anmerkungen

- 1 Hierzu siehe auch: Cavelti Hammer Madlena, Feldmann Hans-Uli und Oehrli Markus (Hg.): Farbe, Licht und Schatten. Die Entwicklung der Reliefkartographie seit 1660, Begleitheft zur Sonderausstellung vom 5. April bis 3. August 1997 im Schweizerischen Alpenen Museum Bern, Murten 1997.
- 2 Senn-Barbieux Walter: Das Buch vom General Dufour. Sein Leben und Wirken, mit besonderer Berücksichtigung seiner Verdienste um die politische Selbständigkeit der Schweiz sowie um Wissenschaft, Kunst und Humanität. Unter Benutzung der besten Quellen für das Volk bearbeitet. St. Gallen 1878, S. 107-108.
- 3 J. v. S.: Die Landesausstellung in militärischer Beziehung, in: Allgemeine Schweizerische Militär-Zeitung (ASMZ), 1883, S. 280.
- 4 J. v. S. (wie Anm. 3), S. 269.
- 5 Das Territorium der Schweiz war schon vor Beendigung der Dufourkarte in dem «Atlas de la Suisse» von J. R. Meyer und in den Schulkarten Heinrich Kellers als plastisches Gesamtbild überblickbar.
- 6 Gugerli David: Kartographische Assemblagen einer vermessenen Schweiz, in: Schweizerisches Landesmuseum (Hg.): Die Erfindung der Schweiz. Bilder, Diskurse und Visionen einer nationalen Identität 1848-1998, Zürich 1998, S. 138-145. Siehe auch Gugerli David: Politics on the Topographer's Table. The Helvetic Triangulation of Cartography, Politics, and Representation, in: Lenoir Timothy (Hg.): Inscribing Science. Scientific Texts and the Materiality of Communication, Stanford 1998, S. 91-118; Gugerli David: Kartographie und Bundesstaat. Zur Lesbarkeit der Nation im 19. Jahrhundert, in: Ernst Andreas, Tanner Albert, Weishaupt Matthias (Hg.): Revolution und Innovation. Die konfliktreiche Entstehung des schweizerischen Bundesstaates von 1848, Zürich 1998, S. 199-215.
- 7 Meister Ulrich: Der heutige Standpunkt der schweizerischen Kartographie und die Lesbarkeit der Karten, Zürich 1883, S. 2. Hervorhebung d. Verf.
- 8 Christian Jacob unterscheidet zwei Perspektiven, die eine Analyse von Karten einnehmen kann: «The maps we study can be considered as either transparent or opaque.» Als transparent erscheinen Karten, wenn sich die Untersuchung ausschliesslich auf die Wiedergabetreue der topographischen Inhalte konzentriert. Opak werden sie hingegen als visuelle und materielle Artefakte, die kartographische Wissenssysteme und -räume auf spezifische, kulturell, historisch und sozial bedeutsame Weise konstruieren. Jacob Christian: Toward a Cultural History of Cartography, in: Imago Mundi, Vol. 48, London 1996, S. 191-197. Zum Verhält-



- nis zwischen «Spatial Knowledge» (Raumwissen) und «Knowledge Space» (Wissensraum) siehe auch: Turnbull David: Cartography and Science in Early Modern Europe: Mapping the Construction of Knowledge Spaces, in: Imago Mundi, Vol. 48, London 1996, S. 5-24.
- 9 Imhof Eduard: Landkartenkunst gestern, heute, morgen. Erweiterte Fassung der Abschiedsvorlesung vom 11. Februar 1965 an der ETH Zürich, in: Naturforschende Gesellschaft Zürich (Hg.), Neujaahrsblatt auf das Jahr 1968, Zürich 1967, S. 11.
  - 10 Siegfried Hermann: Internationale Weltausstellung 1878 in Paris. Schweiz. Geographische und cosmographische Karten und Apparate. Classe 1. Bericht, Zürich 1879, S. 9, zit. nach: Gugerli, Kartographie und Bundesstaat (wie Anm. 6), S. 7.
  - 11 Der Relieffekt diente seinerseits zur Qualitätsprüfung kartographischer Transpositions- und Darstellungsgüte: «Stellt man alle 25 Blätter in möglichst uniformen Abdrücken zu einer Wandkarte zusammen, so erhält man ein wunderschönes Relief des Landes, das so recht die Vorzüglichkeit der ganzen Arbeit zeigt.» Zit. nach: Wolf Rudolf: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, Zürich 1879, S. 279.
  - 12 Die Dufourkarte wurde wegen ihrer Einfarbigkeit nicht nur als Vorlage für farbige Überdrucke, sondern auch für eine originelle photographische Verbreitungspraxis benutzt: «Ganz besonders gelungen war eine solche Zusammenstellung, welche das Stabsbureau für die Wiener-Weltausstellung von 1873 machte, sich die grosse Mühe nehmend die Blätter noch zusammenzuarbeiten; sie wurde damals von E. Nicola in Bern auf einem Blatte von 48 auf 33 cm. photographisch reproducirt, das unter dem Titel <Relief-Karte der Schweiz. Zusammen- gestellt und retouchirt vom eidg. Stabsbureau 1873> in den Handel gebracht wurde.» Zit. nach: Wolf (wie Anm. 11), S. 280.
  - 13 Becker Fridolin: Die Schweizerische Kartographie an der Weltausstellung in Paris 1889 und ihre neuen Ziele, Frauenfeld 1890, S. 1.
  - 14 Wolf (wie Anm. 11), S. 281.
  - 15 «Besonders für das militärisch so wichtige flache und wellenförmige Terrain geben die Darstellungen in äquidistanten Horizontalen alles dem Leser Wünschenswerthe, die beleuchteten Terraindarstellungen äusserst wenig.» Zit. nach: Wichura A.: Das militärische Planzeichnen und die Militär-Kartographie, Berlin 1875, S. §3. Oder: «Für die Darstellung kleiner Terrainformen, wie Steilfälle, Erdrisse, steile Böschungen an Hohlwegen, kleine Kuppen, deren militärische Wichtigkeit zur Wiedergabe in militärischen Plänen nöthigt, reichen die äquidistanten Niveaulinien nicht aus. Man giebt sie daher in Plänen, welche mit solchen gezeichnet sind, durch kurze Bergschraffen angemessen wieder.» Ebd. S. 55.
  - 16 Böhler Karl: Geographische Aspekte zur Integration der Eisenbahn in die Landesverteidigung der Schweiz bis 1872, Zürich 1987, S.131.
  - 17 Meister (wie Anm. 7), S. 7.
  - 18 Meister (wie Anm. 7), S. 6, Hervorhebung d. Verf.
  - 19 Meister (wie Anm. 7), S. 7.
  - 20 Fischer Ernst: Der kartographische Standpunkt der Schweiz, München 1870, S. 14, Hervorhebung d. Verf.
  - 21 Senn-Barbieux, (wie Anm. 2), S. 106.
  - 22 Graf Johann Heinrich: Die Schweizerische Landesvermessung 1832-1864. Geschichte der Dufourkarte, Bern 1896, S. 142.
  - 23 Fischer (wie Anm. 20), S. 39.
  - 24 Imhof (wie Anm. 9), S. 8-9.
  - 25 Imhof Eduard: Die Reliefkarte, Separatdruck aus der Festschrift «Vermessung - Grundbuch - Karte», Schweiz. Landesausstellung 1939, Zürich 1939, S. 8.
  - 26 Relief und Vorsprung lassen sich begriffsgeschichtlich verbinden. So soll Leon Battista Alberti den kunsttheoretischen terminus technicus *Rilievo* (Reliefwirkung) als Übersetzung des lateinischen Wortes *prominentia* (Vorsprung) geprägt haben. Baxandall Michael: Die Wirklichkeit der Bilder. Malerei und Erfahrung im Italien des 15. Jahrhundert, Frankfurt a. M. 1987, S. 149.

- 27 Meister (wie Anm. 7), S. 11.
- 28 Becker (wie Anm. 13), S. 23.
- 29 Graf (wie Anm. 22.), S. 261.
- 30 Wolf (wie Anm. 11), S. 266.
- 31 Fischer (wie Anm. 20), S. 36-37.
- 32 Der französische Ingenieur M. Ducarla-Bonifas illustrierte das Prinzip der Höhenkurvendarstellung erstmals 1771 am Beispiel einer imaginären Insel.
- 33 Einige Probleme der Versuche, «den Kurvenkarten durch Reliefzeichnung grössere Anschaulichkeit und Verständlichkeit zu geben, in einem Augenblick, da sie eine neue Erscheinung in unserem Kartenwesen bilden», diskutiert Becker (wie Anm. 13), S. 14ff.
- 34 Becker (wie Anm. 13), S. 13.
- 35 Prof. Amrein, St. Gallen, in einem Kreisschreiben im April 1891, zit. nach: Pfyffer Ivo: Neuere Kartographie, Vortrag, Zürich 1901, S. 285-286.
- 36 Becker Fridolin: Über Karten und Reliefs und die Bedeutung der letztern für den militärischen Unterricht, Zürich 1883, S. 13.
- 37 Zit. nach: Rapold Hans: Strategische Probleme der schweizerischen Landesverteidigung im 19. Jahrhundert, Frauenfeld 1951, S. 139.
- 38 Rapold (wie Anm. 37), S. 149. Hervorhebungen d. Verf.
- 39 ASMZ 1880, S. 415.
- 40 ASMZ 1886, S. 307-308, Hervorhebungen d. Verf.
- 41 Rapold (wie Anm. 37), S. 151.
- 42 Rapold (wie Anm. 37), S. 159.
- 43 J. v. S. (wie Anm. 2), S. 328-29.

# MESSBARE SINNLICHKEIT

## DIE SCHWEIZER RELIEFKARTEN DES 19. JAHRHUNDERTS

MADLENA CAVELTI HAMMER

Insbesondere seit der Zeit von General Guillaume Henri Dufour (1787—1875) betrachteten es viele Kartographen als ihr Lebenswerk, nicht nur inhaltlich möglichst genaue Karten, sondern auch vollendet schöne Landschaftsbilder zu erarbeiten. So wurde die Schweizer Kartographie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts führend in der Kunst, gebirgige Landschaften auf farbigen Karten licht- und schattenplastisch darzustellen. Mit ihrer speziellen Darstellungsart, der «Schweizer Manier», verschaffte sich die Schweiz Weltruhm. Verschiedene Auszeichnungen an Weltausstellungen, zum Beispiel in Paris 1889 und 1900 sowie 1893 in Chicago, zeugen von dieser internationalen Bedeutung der Schweizer Reliefkartographie.

Es scheint naheliegend, dass die gebirgige Natur der Alpen für die Kartographen eine besondere Herausforderung darstellte. Insbesondere hatten die Karten dem doppelten Anspruch nach einer hohen Exaktheit und einer ebenso hohen Anschaulichkeit zu genügen. Es kann jedoch nicht von einer «alpinen» Reliefkartographie gesprochen werden. Während in anderen Alpenländern die technische Strenge das Kartenbild dominierte, entstand in der Schweiz, dank einem ausgeklügelten Kolorit, eine einzigartige Kartenqualität mit naturnaher Farbgebung. Das Zustandekommen dieser kulturellen Leistung ist auf das Zusammentreffen zweier Faktoren zurückzuführen: Die Technik zur Herstellung qualitativ hochstehender farbiger Karten war seit kurzem einsetzbar, und ein Käuferpotential, insbesondere die interessierten, finanzkräftigen Alpentouristen war vorhanden.

Unter Reliefkarten werden Karten verstanden, in denen die Formen der Geländeoberfläche schattiert werden, meist unter Annahme eines schrägen Lichteinfalls aus Nordwesten oder Süden.<sup>1</sup> Berühmteste Vorläuferin ist die gemalte Reliefkarte des Kantons Zürich von Hans Conrad Gyger (1599-1674) aus dem Jahre 1664, das älteste überlieferte Schweizer Beispiel einer prächtigen Landschaftsmalerei im Grundriss.<sup>2</sup> Sie enthält allerdings keine Höhenkurven und stellt auch keine Alpenlandschaft dar. Damals war es technisch nicht möglich, die Karte farbig zu reproduzieren. Sie blieb deshalb nur einem kleinen Publikum zugänglich und hatte vorerst keine direkten Folgen auf die Reliefkartographie.

## TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts erschienen die 25 Blätter der sogenannten Dufourkarte 1:100'000 in Kupferdruck, und zwar in den Jahren 1844 bis 1864. Dies ist die Karte des Bundesstaates von 1848. Was der Genfer Guillaume Henri Dufour während seiner Ausbildung an der «Ecole polytechnique» in Paris, an der Kriegsschule «Ecole d'application du génie» in Metz und anschliessend in praktischer topographischer Arbeit gelernt hatte, wandte er in höchster Vollendung in der «Topographischen Karte der Schweiz» an. Dufour blieb auch nach seiner Ausbildung in Paris und trat unter Napoleon in den französischen Kriegsdienst ein. Unter anderem beteiligte er sich als junger Ingenieur 1810 an der Verteidigung der Mittelmeerinsel Korfu gegen die Engländer. Nachdem Genf 1814 eidgenössisch geworden war, verliess Dufour 1817 den französischen Kriegsdienst und arbeitete für das schweizerische Wehrwesen. 1832 wurde er zum Oberquartiermeister, vergleichbar dem heutigen Generalstabschef, gewählt. Im Jahre 1847 führte Dufour das eidgenössische Heer im Sonderbundskrieg zwar energisch, aber auch schonend human, was ihm grosse Achtung brachte. Dufour hatte den neuen gesamtschweizerischen Vaterlandsgedanken wesentlich mitgetragen und gerade durch seine führende Rolle im Sonderbundskrieg zur Schaffung des Bundesstaates beigetragen. Als Oberquartiermeister übernahm Dufour von Amtes wegen auch die Leitung der eidgenössischen Triangulation und Landesaufnahme. Zusammen mit seinen Ingenieuren, Zeichnern, Kupferstechern und Druckern schuf er das erste amtliche Kartenwerk der Schweiz. Vier Musterzeichnungen dienten den Kupferstechern als Vorlage, wie das Gelände zu modellieren war. Die 25 Blätter der «Topographischen Karte der Schweiz» 1:100'000 waren hervorragend bearbeitet, und zwar in doppelter Hinsicht. Sie war die exakteste Karte der Schweiz, die es je gegeben hatte, und sie war auch die schönste. Sie erfüllte beide Ansprüche, denjenigen der sinnlichen Wahrnehmung und denjenigen der technischen Herausforderung an die Genauigkeit. Als Dufour im Jahre 1864 das amtliche Kartenwerk abschloss, hatte das Verfahren des Kupferdrucks bereits Konkurrenz durch die Lithographie erhalten. Die Erfindung der Lithographie durch Alois Senefelder (1771-1834) im Jahre 1796 und die Entwicklung der zur Vervielfältigung von Karten brauchbaren Steindruckpresse 1852 ermöglichten wesentlich grössere und preisgünstigere Auflagen sowie Mehrfarbendrucke.

Bereits 1858 und 1859 waren die Geologen der «Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft», voran Professor Arnold Escher von der Linth (1807-1872), an den Bundesrat gelangt, es möchten die Aufnahmen zum Kartenwerk, die Messtischblätter, auch in den Originalmassstäben 1:25'000

und 1:50'000 veröffentlicht werden. Der 1863 gegründete «Schweizer Alpen-Club» (SAC) stellte sich hinter diese Forderungen. Er machte geltend, dass der Massstab 1:100'000 für die Benützung im Gelände zu klein und im Detail zu arm sei. Die Messtischblätter enthielten genaue Höhenkurven von zehn beziehungsweise dreissig Metern Äquidistanz. Diese erschienen somit als geeignete Vorlage für ein neues amtliches Kartenwerk. Auf Grund von zwei Bundesgesetzen vom 18. Dezember 1868 erfolgte ab 1870 unter Dufours Nachfolger Hermann Siegfried (1819-1879) die Veröffentlichung der nach ihm benannten Siegfriedkarte 1:50'000 für die Gebirgsblätter und 1:25'000 für die Kartenblätter von Jura und Mittelland. Bei diesem Kartenwerk dominierte technische Strenge das Kartenbild. Die Siegfriedkarte genügte militärischen und wissenschaftlichen Zwecken und diente als Grundlage für die «Geologische Karte der Schweiz». Personen, die im Umgang mit Karten geübt waren, half sie zur Standortbestimmung, für Laien war sie schwer lesbar.

## DER FRÜHE ALPENTOURISMUS

Ein grösseres Publikum verlangte nach Karten: Bergreisende, Alpinisten aus England, Naturfreunde. Sie benützten die neu erstellten Bahnen, bevölkerten schon bald die 77 Clubhütten, die der SAC von 1863 bis 1912 erstellt hatte, oder sie liessen sich in den neuen, palastähnlichen Hotelbauten nieder. Diese wurden ab der Jahrhundertmitte gebaut und bildeten einen seltsamen Kontrast zu den gewachsenen Siedlungen. Zu diesen Bauten gesellte sich bald eine stattliche Zahl von Bergbahnen. Bereits war die touristische Entwicklung des Berner Oberlandes, der Rigi, Luzerns und anderer Gebiete seit einem halben Jahrhundert im Gange, ausgelöst vor allem durch die um sich greifende Alpenbegeisterung und die Naturschwärmerei der literarisch gebildeten Gesellschaft Europas.

Die beeindruckende Bergkulisse des Berner Oberlandes beispielsweise hatte bei den Pionieren des alpinen Leistungstourismus, den Engländern, eine Begeisterungswelle ausgelöst. 1857 war in England der exklusive «Alpine Club» gegründet worden. Man verband den Leistungsgedanken mit demjenigen Luxus, den sich das Zentrum der grössten Weltmacht auch sonst gewohnt war. Vor allem Interlaken und Grindelwald waren die Ausgangsorte von Exkursionen dieser vornehmen Kundschaft.

In seiner Geburtsstadt Luzern hatte der durch französischen Militärdienst geprägte General Franz Ludwig Pfyffer (1716-1802) in 24jähriger Arbeit ein Relief der Urschweiz gebaut. Was Rang und Namen hatte, ging bei Pfyffer ein und aus, bestaunte das «Bergwerk», wie Pfyffer sein Relief nannte, und viele

schrieben ihrerseits über die Faszination, über der Bergwelt zu stehen, die Übersicht und - mit dem Fernglas in der Hand - das Detail zu gemessen. Pfyffer hatte einen unwahrscheinlichen Bekanntheitsgrad. Geistige Grössen wie Johann Wolfgang Goethe, Alessandro Volta, Horace Benedict de Saussure, Johann Gottfried Ebel, sie alle trugen Pfyffers Alpenbegeisterung und seine faszinierende Modelldarstellung der Alpen in die Welt hinaus.<sup>3</sup>

Auf seiner ersten Schweizerreise bestieg Goethe als einer der ersten Prominenten 1775 die Rigi. Dieser Berg wurde auch von Heinrich Keller (1778-1862) ab 1804 insgesamt 32mal besucht. Er zeichnete vom Rigikulm aus sein berühmtes, wunderschönes Rundpanorama, dessen Publikation 1815 erneut zum stets wachsenden Bekanntheitsgrad der Schweizer Alpen, insbesondere der Rigi beitrug. Für viele Orte der Schweiz begann der Fremdenverkehr jedoch erst nach dem Ende des Kriegs von 1870/71. Eine rege Reisetätigkeit grösseren Stils setzte ein. Die Eisenbahnlinien in den ebenen Gebieten Europas waren ausgebaut und ermöglichten den Transport einer grossen Menge von Reisenden in die Feriengebiete. Als erste schweizerische Zahnradbahn der Welt nahm 1871 die Vitznau-Rigi-Bahn ihren Betrieb auf. Zu diesem Zeitpunkt standen auf der Rigi bereits zehn Hotelbauten.

Vom Erfolg der Nachbarregion angeregt, folgten 1886 die Gütschbahn in Luzern, 1888 die Standseilbahn auf den Bürgenstock und 1889 die Zahnradbahn Alpnach-Pilatus. Damals begann auch das Berner Oberland, dem Inner-schweizer Beispiel folgend, mit dem Bau von Bergbahnen. 1879 entstand die Standseilbahn am Giessbachfall, 1888 die Brünigbahn, es folgten 1890 die Linie nach Grindelwald und Lauterbrunnen, 1891 die Standseilbahn nach Murren und viele weitere bis zum krönenden Höhepunkt: 1912 wurde die Jungfraubahn eröffnet.<sup>4</sup> Bequem konnte man sich nun in jede nur gewünschte alpine Höhenstufe transportieren lassen, um die Natur zu bewundern, weitere Gipfel zu besteigen oder die Ergebnisse der Alpenforschungen nachzuvollziehen.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts waren sowohl die bereits 1815 gegründete «Naturforschende Gesellschaft der Schweiz» als auch der 1863 entstandene SAC sehr aktiv. Dieser förderte nicht nur die wissenschaftliche Durchdringung der Alpen, sondern gemäss seinem Zweckartikel auch die Erhaltung der Schönheit des Schweizer Alpengebietes. Um die Jahrhundertwende gewann der Gedanke des Alpenschutzes an Bedeutung. Damals wurden der «Schweizerische Bund für Naturschutz», der «Schweizerische Heimatschutz» und der Nationalpark geschaffen. Auch die Unspunnenspiele wurden 1895 wiederbelebt. All diese Bewegungen stärkten das schweizerische Nationalgefühl und begünstigten den Alpentourismus.

## EXKURSIONSKARTEN DES SAC

Vielen Bergbegeisterten genügte die technisch exakte, nüchterne Siegfriedkarte nicht. Die abstrakten Höhenkurven ergaben in ihren Vorstellungen noch kein dreidimensionales Bild von Berg und Tal. Bereits in seinem Gründungsjahr 1863 war deshalb der SAC bereit, selber mit Beispielen voranzugehen und anschauliche Karten zu publizieren. Man wagte zu experimentieren. Es wurde jährlich ein «Clubgebiet», ein Gebirgsteil der Schweizer Alpen, ausgewählt, mit dem Auftrag an die Clubmitglieder, diese Gegend zu erforschen. Schon 1863 startete der SAC eine Publikationsreihe, in der zum jeweiligen Clubgebiet wissenschaftliche Aufsätze gedruckt und Panoramen und Karten beigelegt wurden. Einige der besten Kartographen und Topographen der damaligen amtlichen Vermessung unter Dufour und Siegfried gehörten gleichzeitig zu den Pionieren des SAC und publizierten Karten, Panoramen und Aufsätze zu den Clubgebieten.

Der wohl bedeutendste unter ihnen war Rudolf Leuzinger (1826-1896). Als Frühwaise kam der Neunjährige in die Knabenerziehungsanstalt «Linthkolonie», die Hans Conrad Escher im Zusammenhang mit der Linthkorrektur gegründet hatte. Als begabter junger Mann erhielt Leuzinger anschliessend eine Ausbildung als Kartograph und Lithograph, und zwar in der 1842 gegründeten «Lithographischen Anstalt Joh. Wurster u. Comp.» in Winterthur.<sup>5</sup> Er hatte sich bald zum Spezialisten für Gebirgskarten entwickelt, machte sich 1859 für ein paar Jahre selbständig und arbeitete von 1871 bis 1881 für das «Eidgenössische Topographische Bureau» in Bern. Dort gravierte er 118 Gebirgsblätter der Siegfriedkarte auf Stein. Leuzinger war ein ausdauernder Berggänger und arbeitete mit Hingabe an den Karten des SAC. So erstellte er für dessen Jahrbücher die ersten Reliefkarten, vorerst noch schwarzweiss und 1865 erstmals farbig.<sup>6</sup>

Ziel des SAC war nicht nur die alpinistische Leistung, sondern auch die wissenschaftliche Erforschung und Erschliessung der Alpen. Möglicherweise diente diese Zielsetzung dazu, den Bergtouren und -Wanderungen eine wissenschaftliche Legitimität zu geben. Wer sich nämlich damals als Schweizer ohne definierten Zweck in den Bergen aufhielt, galt schnell als unseriös. So war es auch nicht gebräuchlich, im Gelände Karten zu verwenden. Vielmehr benützte man diese in der privaten oder öffentlichen Bibliothek, oder sie dienten als Wandschmuck. Die neuen Kartenwerke wurden deshalb ihrem neuen Zweck entsprechend «Excursionskarten» genannt. Zur Schonung und Werterhaltung konnte man sie, in der Regel mit einem Aufpreis, auf Leinwand aufgezogen beziehen. Als zusätzlichen Schutz erhielten sie eine dicke

Kartonhülle.

Die «Karte der Gebirgsgruppe zwischen Lukmanier und La Greina» des SAC verdient besondere Erwähnung, sie ist die erste farbige Reliefkarte des Clubs (Abb. 27). Sie wurde mit sechs Farben aufgebaut. Die Gletscher sind blau, die Höhenkurven braun und die Wälder grün dargestellt. Die Reliefschattierung ist mit zwei Relieftönen, einem feinen braunen und einem graubeigen, entstanden. Zudem unterstützen die verstärkten Kurven der Schattenseiten die Reliefwirkung. Insgesamt sind die Farben noch sehr diskret gehalten und kommen in ihrer Farbwirkung in keiner Weise an die nachfolgenden Reliefkarten heran. Diese Karte ist ein frühes Zeugnis der farbigen Lithographie und stellt einen sehr gelungenen Anfang einer neuen Art von topographischen Landkarten dar. Das war dank der Lithographie mit gekörnten Steinen möglich geworden.

## AUF DER SUCHE NACH NATURNAHER FARBGEBUNG

Leuzinger experimentierte besonders viel und erfolgreich mit der Farbgebung. Berühmt geworden ist die «Gesamtkarte der Schweiz 1:500'000», die 1881/82 als Beilage des SAC-Jahrbuches erschien, wie auch die bereits 1880 publizierte «Carte physique et géographique de la France», 1:2'000'000. Leuzinger wendete in diesen Karten zusätzlich zur Reliefschattierung farbige Höhenstufen mit fließenden Übergängen an. Er folgte dem Prinzip, je höher, desto heller. Die Reliefwirkung wurde dadurch gewaltig gesteigert. Die Lesbarkeit der Schrift hingegen war wegen des dunklen Tieflandtones im Schweizer Mittelland stark beeinträchtigt. In späteren Reliefkarten verwendete Leuzinger in der Ebene einen Gelbton, um den Nachteil der schlechten Lesbarkeit wettzumachen, so zum Beispiel in der zweiblättrigen Reliefkarte der Stockhornkette im Berner Oberland. Er arbeitete wie bereits früher mit zwei Höhenstufenfarben, sogenannte Hypsometriefarben. Die Farbgebung ist weniger intensiv. Das Relief ist dadurch vorzüglich auf die Lesbarkeit des ganzen Kartenbildes abgestimmt.

Arbeitete Leuzinger eher zurückhaltend, vorwiegend mit braunolivenen Tönen, so gelang dem um eine Generation jüngeren Fridolin Becker (1854-1922) der Durchbruch zu einer frischen Palette naturnaher Farben. Am berühmtesten ist wohl seine prächtige «Relief-Karte des Kantons Glarus», Beckers Heimatkanton, aus dem Jahre 1889 (Abb. 18). In der Farbgebung knüpfte er an Gygers Ölgemälde des Zürcher Staatsgebietes an. Als Grundlage benützte Becker den Lithographiestein mit schwarzen Zeichnungen der Karte von Glarus, die J. M. Ziegler 1861 erstmals gedruckt hatte. Auf Beckers Karte erscheinen die Talsohlen hellgrün, so



dass dort die Ortsnamen gut lesbar sind. Becker nannte dies einen verbindenden Mittelton, der die Schatten- und Lichthänge miteinander vereinigt. Was bei einer Betrachtung von oben am nächsten lag, nämlich die Gräte und Gipfel, erhielt die grössten Kontraste: hell auf den Lichtseiten und dunkel auf den Schattenseiten. Er argumentierte, dass die Kraft des Schattens gegen das Tal hinunter abnehme. In der Nordwestbeleuchtung erhielten die Nordwesthänge gelbgrüne Farben, während die Südosthänge mit ihrem Dunkelgrün etwas schwer wirken. Dies kann auf die damalige Reproduktionstechnik zurückgeführt werden. Becker äusserte sich dazu kritisch. Er bedauerte auch, dass die Kurven- und Situationszeichnung seiner Glarner Karte nicht für ein solches Kolorit berechnet sei und dass leider die Schrift nicht immer dort plazierte sei, wo sie die Ruhe des Bildes am wenigsten beeinträchtigte. Gemäss Becker sollte die Schrift zuallerletzt gemacht werden, was hier nicht möglich war.

Die Glarner Karte erregte bei ihrem Erscheinen einiges Aufsehen. Beeindruckt war man vor allem von der guten Reliefwirkung und von der Farbgebung. Erstmals lag in der Schweiz eine gedruckte Karte grösseren Massstabs mit satten Farben vor. Wie aus der Umrandung ersichtlich ist, war sie eher als Wandbild denn als Wegbegleiterin im Gelände konzipiert. Die Ausführung dieses Kartenwerks war mit hohen Kosten verbunden. Becker musste deshalb beim SAC einen Nachtragskredit von insgesamt stattlichen 2450 Franken beantragen und sich für das Defizit rechtfertigen. Er führte ins Feld, dass hier eine neue technische Lösung gesucht worden sei, um Karten einer breiten Bevölkerungsschicht populär zu machen. Ein rascher Blick auf die Karte sollte das Terrain sofort modellhaft vor Augen führen.

Zu diesem Zweck wandte Fridolin Becker folgende Grundsätze an, die er aus seinen Naturbeobachtungen abgeleitet hatte und die in der Malerei gebräuchlich sind:<sup>7</sup>

1. An den dem Betrachter am nächsten liegenden Objekten, in der Karte sind dies die höchsten Gräte und Gipfel, sind die hellsten Lichter und die dunkelsten Schatten anzubringen.
2. Die Kraft des Schattens nimmt vom höchsten Grat an gegen das Tal ab, das in einem Mittelton liegt. Dieser Mittelton nimmt wieder an Dunkelheit ab respektive an Helligkeit zu, bis auf den höchsten Grat hinauf, so dass sich dort die grössten Gegensätze zwischen hell und dunkel bilden, also die kräftigste Wirkung entsteht.
3. Das Tal, das die beiden Berghänge verbindet, darf nicht hell bleiben, sondern muss die Verbindung zwischen den beidseitigen Hängen bilden.
4. Der verbindende Mittelton der Talsohle ist so zu halten, dass er die Situationszeichnung, die im Tal am dichtesten ist, nicht zurücksetzt.
5. Es darf keine Darstellungsart zur Anwendung kommen, die an einem

natürlichen Körper nicht zu sehen und in diesem Sinn gegen die Natur ist.

6. Das Objekt wird nach Form und Farbe so dargestellt, wie es aus einer gewissen Entfernung erscheint. Die Farbskala muss sich der Distanz des Betrachters vom Objekt anpassen: je grösser die Distanz, desto gedämpfter und neutraler die Farben.

7. Die malerische Behandlung der Landschaft muss mit der geometrischen Darstellung übereinstimmen. Auf Schlagschatten ist zu verzichten.

8. Angewandte Farbtöne dürfen nicht durch Konvention bestimmt sein, sondern müssen der sinnlichen Wahrnehmung entsprechen. Der Betrachter muss sich auf seine Empfindungen verlassen können, auch wenn diese Schwankungen unterworfen sind. Er nimmt nur deshalb ein Relief wahr, weil er weiss, dass die gezeichneten Formen Berge sein sollten. Deshalb scheinen sie ihm als Berge.<sup>8</sup>

Zur selben Zeit engagierte sich auch der grosse Meister in der Reliefherstellung des 19. Jahrhunderts, der berühmte Alpengeologe Albert Heim (1849-1937), für eine natürliche Wiedergabe der Alpen. Die anschaulichste Art, Berge darzustellen, ist der Bau von dreidimensionalen Modellen. Heim gelang es, die Formen der Berggipfel, die Moränen, Schuttkegel, ja die ganze Alpenmorphologie in scharfen Konturen zu modellieren. Das Säntisrelief 1:5000 ohne Überhöhung gilt als sein Meisterwerk, das er allerdings nicht allein, sondern zusammen mit dem Zeichnungslehrer Carl Meili (1871-1919) erstellt hat. Albert Heim bemühte sich um eine naturnahe Farbgebung der Landschaftsbilder und beeinflusste dadurch die schweizerische Kartographie richtungsgebend. Die Frage war nur, was «naturnah» bedeutete. War es die Farbe der Vegetationsformen aus der Nähe gesehen, mit allen Varietäten von Licht und Schatten, oder aber der Blick aus einer für den jeweiligen Massstab entsprechenden Höhe über der Erdoberfläche? Um diese Frage zu lösen, flog Heim 1892 mit einem Ballon über die Albiskette. Damit ermöglichte er sich den Blick von oben auf den Zürichsee. Ebenso flog er an einem schönen Herbsttag im Jahre 1898 mit dem Freiballon «Wega» von Sitten im Wallis über die Alpen und den Jura bis nach Frankreich. Er schrieb dazu: «Beim Blick vom Ballon herab auf das Land, klare Luft und heller Himmel vorausgesetzt, überrascht stets am meisten die wunderbare Kraft und Harmonie der Farben. [...] Steigen wir höher, so werden die Farbunterschiede geringer, ein feiner Dunstschleier legt sich allmählich zwischen uns und die Landschaft zu unseren Füßen. Bei über 4000 m Höhe hat er eine leicht blass violette Färbung.»<sup>9</sup> Er argumentierte, dass sich mit zunehmender Distanz eine bläuliche, luftperspektivische Abtönung aller Farben ergebe, so dass die ursprünglichen Unterschiede der Vegetation stark verblassen. Heim zog folgenden Schluss: Für grosse Massstäbe von 1:5000 bis 1:50'000 sind die Eigenfarben der Boden-

bedeckung mit einer bläulichen Verfärbung noch darstellbar, bei kleineren Massstäben hingegen sollte man stark generalisieren. Damit nahm er die später von Eduard Imhof (1895-1986) wissenschaftlich begründete Farbgebung in den Grundzügen bereits vorweg.<sup>10</sup>

Mit dem aufkommenden Wintertourismus erhielten die Reliefkarten vermehrt blaue Farben. Interessant ist, dass verschiedene Karten als Winter- und Sommervariante auf den Markt kamen. So gibt es zum Beispiel von Braunwald eine Sommerreliefkarte, die Carl Meili um 1910 zeichnete, und eine Winterreliefkarte von Eduard Imhof aus dem Jahre 1923 (Abb. 20). Für den Sommertourismus dominieren die Gelbtöne, für den Wintertourismus die blauen Farben. Allgemein gilt, dass mit dem aufkommenden Wintertourismus die Farbwahl für die Reliefkarten sich den Farben der kalten Jahreszeit näherten. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Karte «Berner Oberland und Oberwallis» 1:75'000 von Julius Frey (1872-1915). Er war der Schwager von Hermann Kümmerly und leitete nach dessen frühem Tod 1905 die Firma Kümmerly & Frey in Bern. Diese grossflächige Karte gestaltete Frey vorerst in warmen braunvioletten und ockerfarbenen Tönen. Sie wurde erstmals als Beilage zum SAC-Jahrbuch 1912 und später noch mehrmals aufgelegt. Dabei änderte ihre Farbskala zu deutlich kälteren Blauviolet- und Grüntönen.

## **DIE FRAGE DES LICHTEINFALLS IN ALPENKARTEN**

Als direkte Vorläufer der farbigen Reliefkartographie gelten die einfarbigen Kupferstichkarten der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Napoleon hatte auf seinen Feldzügen halb Europa erobert, das von Albert Guislain Bacler d'Albe (1761-1824) geleitete topographische Bureau war mit von der Partie - und war äusserst produktiv. Aus Gründen der militärischen Geheimhaltung wurde unter Napoleon jedoch kaum etwas publiziert. Eine grosse Anzahl der Aufnahmen erschienen allerdings nach dem Wiener Kongress von 1815 im Druck. Diese Karten hatte dank ihrem hohen Standard Vorbildcharakter. Im Zusammenhang mit dem Lichteinfall verdienen es zwei Kartenwerke der französischen Kartographie ganz besonders, hervorgehoben zu werden: Es sind dies die Karte der Insel Elba und die Korsika-Karte.<sup>11</sup> In diesen beiden Kupferstichkarten ist das Relief meisterhaft dargestellt. Die konsequent angewandte Nordwestbeleuchtung ergab einen ausserordentlich plastischen Effekt. Die Elba-Karte war als Vorlage für die Topographen gedacht. Die Schraffen sind so fein, dass sie wie eine Schummerung wirken. Dank der Hell-Dunkel-Abstufung der Licht- und Schattenseiten ist die Reliefwirkung bei beiden Kartenwerken ausserordentlich gut. Leider wurde die Schrägbeleuch-

tung in Frankreich 1818 als unnatürlich disqualifiziert, und die offizielle Kartenkommission beschloss für das Nachfolgewerk der Cassinikarte, für die «Carte d'Etat Major» 1:80'000, die Senkrechtbeleuchtung vorzuschreiben.

Dufour folgte in dieser Streitfrage nicht diesem französischen Vorbild, sondern entschied, die Blätter der «Topographischen Karte der Schweiz» unter Annahme einer Nordwestbeleuchtung zeichnen zu lassen. Dies ergab eine plastisch wirkende Schattierung. Da die Pioniere der Schweizer Reliefkartographie gleichzeitig an der amtlichen Karte unter Dufour und Siegfried arbeiteten, übernahmen sie diese sogenannte Schräglichtschattierung, wobei sie beim Steindruckverfahren von den Schraffen zur Schummerung übergingen.

Den Kantonen blieb es überlassen, die erstellten topographischen Aufnahmen zur Dufourkarte auf eigene Kosten, allerdings mit Bundesbeiträgen, zu veröffentlichen. Davon machten die Kantone Genf, Thurgau, Aargau, Zug, St. Gallen mit Appenzell, Freiburg, Waadt, Glarus, Luzern und Zürich Gebrauch, wobei sich die Kantone Glarus und Luzern für eine Geländeschummerung entschieden. Interessant ist, dass der Kanton Luzern zwei Varianten seiner Kantonskarte anbot. Zuerst publizierte man die zehn in Kupfer gestochenen Kartenblätter, die das Gelände nur in Höhenkurven von zehn Metern Äquidistanz zeigten. Die Auflage war mit 200 Exemplaren sehr bescheiden (Abb. 25). Danach wurden die Kupferplatten mit dem zusätzlichen Reliefton für die Nordwestbeleuchtung versehen. Von dieser eher volkstümlichen Ausgabe erstellte man 1000 Exemplare (Abb. 26). Die Schattierung wurde auf den Kupferplatten durch einen mit Rouletten erzeugten Punktraster ergänzt. Damit wurde allerdings eine weitere Auflage der ersten Kartenserie ohne Reliefton verunmöglicht.

Die Beleuchtung von Nordwesten blieb unumstritten, bis Fridolin Becker im Zuge seiner Forderung nach Naturnähe im Kartenbild den folgerichtigen Schritt zur Süd- oder Südostbeleuchtung tat. Diese wendete er vor allem bei Exkursionskarten und touristischen Karten an. Im Direktvergleich mit dem Gelände sollten diese möglichst naturnah wirken.

Für die Südbeleuchtung sprechen auf der Nordhalbkugel der Erde die klimatisch bedingten landschaftlichen Aspekte. Insbesondere sind in unseren Breiten die Südhänge dichter besiedelt, die Weinberge befinden sich an den Südhängen und viele Höhenkurorte sind wesentlich von der Besonnung abhängig. Südbeleuchtete Sonnenterrassen wirken einladend, dunkel schattierte eher abweisend. Ein besonders hübsches Kärtchen in Südbeleuchtung ist dasjenige der Rigi von Fridolin Becker um 1900, das von den Direktionen der Vitznau-Rigi-Bahn, der Arth-Rigi-Bahn und den Besitzern der Hotels Kulm, Staffel, Kaltbad, First und Scheidegg herausgegeben wurde (Abb. 19). Die Schatten-

Seiten sind dem damaligen Geschmack entsprechend in violett-oliv gehalten. Ebenfalls in prächtiger Südbeleuchtung gestaltete Becker die Karte der Oberitalienischen Seen. Auch Eduard Imhof zeichnete gelegentlich Karten in Südostbeleuchtung, zum Beispiel den Aletschgletscher für den Mittelschulatlas. Die Südostbeleuchtung hat sich bis heute nicht durchsetzen können, weil sie der üblichen Lesesituation widerspricht, in welcher das Licht von links einfällt. So sind unsere Karten trotz aller Bemühungen um «Naturnähe» Stubenkarten geblieben.

## VIELFALT TOURISTISCHER ALPENDARSTELLUNGEN

Mit dem aufkommenden Tourismus stieg die Nachfrage nach Alpenkarten. Es ist kein Zufall, dass Vereine zur Förderung des Fremdenverkehrs, Hoteliers und Bergbahnbesitzer Aufträge für Reliefkarten und -darstellungen ihres Gebiets vergaben. Die oben beschriebene Rigi-Karte von Fridolin Becker ist ein Beispiel hierfür.

Bereits 1865 - gleichzeitig mit der ersten farbigen Reliefkarte des SAC - erschien die «Karte des Hochgebirg's von Grindelwald», die ebenfalls von Rudolf Leuzinger in Bern bearbeitet und gestochen wurde. Wie bei seinen SAC-Karten verwendete Leuzinger als Grundlage die eidgenössischen Aufnahmen. In der Kartenmitte befindet sich der bis ins Tal vorstossende Untere und Obere Grindelwald-Gletscher. Die Südhälfte der Karte stellt die phantastische Hochgebirgslandschaft des Berner Oberlandes dar, das Reiseziel der englischen Alpenpioniere. Dem Kartenblatt kann nicht entnommen werden, wer der Auftraggeber war. Die Vermutung liegt jedoch nahe, dass es sich um Vertreter der oben erwähnten Interessengruppen handelt.

Insgesamt liegt im Bereich der touristischen Karten ein sehr interessantes Experimentierfeld vor. Leider sind dazu noch kaum Grundlagenstudien greifbar. Gerade für touristische Zwecke zeigte sich schon früh, dass man geneigt war, von den strikten Grundrisskarten abzuweichen. Es ergab sich ein fließender Übergang zu den freieren Relief- und Panoramendarstellungen.

Eines der frühesten Beispiele einer prächtigen Reliefdarstellung ist das «Malerische Relief des klassischen Boden [sic!] der Schweiz» aus dem Jahre 1830 von Friedrich Wilhelm Delkeskamp (1794-1872). Es ist dies eine neunblättrige Vogelschaukarte der Urschweiz, die auf einer Grundrisskonstruktion mit einer perspektivischen Verkürzung der Nord-Süd-Distanz beruht. Der Massstab beträgt in der Breite 1:45'000 und in der Höhe 1:80'000. Die Darstellung ist sehr fein und am besten mit der Lupe zu geniessen.

Die Karte wurde von Delkeskamp selber radiert, die Halbtöne der Relief-

Schattierung wurden durch Franz Hegi und Johann Jakob Sperli in Aquatintamanier bearbeitet. Delkeskamp kolorierte einige Exemplare von Hand in Grün- und Orangetönen. Eine ähnliche Darstellungsart findet sich in der wunderschönen, südwestorientierten Vogelschaukarte «Reliefkarte der Central-schweiz» von Xaver Imfeld (1853-1909) aus dem Jahre 1887. Die Berge wurden um 45° aufgerichtet. Imfeld erläuterte seine Konstruktion in der Ausgabe von 1898 folgendermassen: «Diese Karte ist der geometrische Aufriss eines Reliefs im Maasstab 1: 100 000, das gegen den Beschauer unter einem Winkel von 45° aufgerichtet ist. Alle zur vertikalen Bildebene nicht parallel liegenden Linien erleiden daher entsprechende Verkürzungen.» Die höchsten Partien sind weiss bemalt, die freien Höhenstufen gehen dann fließend von graubraunen und gelboliven Tönen zu den eher hellen Ebenen über. Als Herausgeber zeichnete der Verein zur Förderung des Fremdenverkehrs am Vierwaldstättersee und Umgebung. Die ungewohnte Südwestorientierung wurde in der Karte begründet: «In der Absicht, die Berge soviel wie möglich in derjenigen Form wiederzugeben, in der sie sich der Grosszahl der Reisenden darstellen, die von Norden her in die Schweiz treten, wurde von der üblichen Kartenorientierung abgewichen.» Aus einem Inserat für die «Reliefkarte der Centralschweiz» von 1887 geht hervor, dass die Karte unaufgezogen Fr. 4.- und auf Leinwand Fr. 5.- kostete.<sup>12</sup> Dies entspricht etwa dem Tagesverdienst eines Kartographen des topographischen Büros.

Der aus Sarnen stammende Xaver Imfeld galt im Topographischen Bureau als Meister der Felszeichnung. Berühmt sind zudem seine Gebirgspanoramen, die zahlreichen und die prächtigen dreidimensionalen Reliefs und die grosse Reliefkarte des Mont-Blanc-Gebietes von 1896. Diese Karte ist äusserst detailreich und in transparenten Farben gehalten. Sie wurde 1906 bis 1909 in mehreren Blättern als Beilage der SAC-Jahrbücher herausgegeben.

## RELIEFKARTEN FÜR SCHULEN

Ein weiterer Höhepunkt in der Geschichte der Reliefkarten in «Schweizer Manier» bildete Ende des 19. Jahrhunderts der Wettbewerb um eine neue, für Kinder möglichst anschauliche Schulwandkarte der Schweiz. Das Eidgenössische Departement des Innern veranstaltete im Sommer 1896 einen Wettbewerb zur Schaffung einer neuen Schulwandkarte. Die Teilnehmer mussten auf einem aus Situation, Gewässer und Höhenkurven bestehenden Andruck des Blattes IV (Südostschweiz) der neuen Schulwandkarte einen farbigen Reliefentwurf malen. Für diese Arbeit war ein knapper Monat Zeit einberaumt. Darauf tagte das Preisgericht, das zur Bewertung vier Noten setzte: eine erste

für die topographische Behandlung, eine zweite für die Wirkung des Kolorits, eine dritte für die Lesbarkeit und Verwendung für die Schule und eine vierte für den allgemeinen Eindruck.

Die Note für die topographische Behandlung zählte doppelt. Um eine neutrale Bewertung zu gewähren, waren die Preisarbeiten anonym unter einem Kennwort einzureichen. Den ersten Preis von 500 Franken erhielt Xaver Imfeld mit 44 Punkten, knapp vor Hermann Kümmerly (1857-1905) mit 42 Punkten. Letzterer wurde als Sohn des Lithographen Gottfried Kümmerly in Bern geboren. Dieser hatte 1852 seinen Lithographiebetrieb, die heutige Firma «Kümmerly & Frey AG», gegründet. Gottfried Kümmerly führte Druckaufträge für das Eidgenössische Topographische Bureau aus, das damals noch keine eigene Druckerei besass. Der dritte Preis mit nur noch 34 Punkten ging an Fridolin Becker und eine Anerkennung für den vierten Platz an die Firma Orell-Füssli. Dieser letzte Entwurf zeigt sehr kontrastreiche Farben, so dass ein wirkungsvolles Plakat entstand, das jedoch als Schulwandkarte zu aufdringlich wirkt. Imfeld gewann den Wettbewerb dank der Ausgewogenheit des Kartenbildes und der guten topographischen Behandlung. Seine Zeichnung in zarten Farbtönen von braunviolett bis olivgrün wirkt streng, so wie wir es heute gewohnt sind. Ihm gelang eine grosszügige Erfassung der morphologischen Einzelheiten. Bei Kümmerly dagegen ist das Kartenbild heiter und bewegt. Die Farbskala hält sich nicht an die Höhenkurven wie bei Imfelds Entwurf, sondern ist eher durch die künstlerische Ader des Zeichners geprägt. Insgesamt sind jedoch die Kleinformen den Grossformen zu wenig untergeordnet, was dem Ganzen eine gewisse Unruhe verleiht. Im Vergleich zu Imfelds eher blauen Farbgebung verharrt Becker in seinem drittrangierten Kartenentwurf relativ stark in den roten Farbtönen. Die Original-Aquarelle zur Schulwandkarte befinden sich heute im Archiv der Landestopographie.

Das Preisgericht drückte den Wunsch aus, für die neue Karte sei die Bearbeitungsart von Imfeld mit der etwas belebteren Farbgebung von Kümmerly zu vereinigen. Imfelds Überarbeitung genügte jedoch diesen Forderungen nicht, so dass schliesslich Hermann Kümmerly die heute 100jährige Schulwandkarte erschaffen konnte. Deren Druck war mit vierzehn Farben ausserordentlich aufwendig. Für jedes der vier Teilblätter mussten je vierzehn sehr gewichtige Lithosteine bearbeitet werden, was zu einer entsprechenden Anzahl von Druckdurchgängen führte.

Die Schulwandkarte der Schweiz erregte weltweit grosses Aufsehen. Kritisiert wurde sie jedoch vom Wiener Kartenschaffenden Karl Peucker (1859-1940), der mit dieser «Gefühlsduselei» nichts anfangen konnte.<sup>13</sup> Er argumentierte, dass die geographischen Längen und Breiten mathematisch konstruierte Grössen seien und dass sich auch die dritte Dimension an einen streng wissen-

schaftlichen Aufbau zu halten habe. Er dachte dabei vermutlich an seine Höhengschichtenkarten, in denen er eine strenge Farbfolge mit stetiger Zunahme zu den Berggipfeln nach dem Grundsatz «je höher, desto farbensatter» anwendete.

Nur zwei Jahre nach der Preisausschreibung der Schweizer Schulwandkarte beschloss die kurz zuvor gegründete Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren die Herausgabe eines Mittelschulatlases. Ende November 1902 hatte sich die Winterthurer «Topogr. Anstalt J. Schlumpf» verpflichtet, bis Januar 1904 insgesamt 6000 deutsch- und 3000 französischsprachige Atlanten abzuliefern. Statt des berechneten einen Jahres dauerten die Arbeiten dann ganze acht Jahre und brachten die Firma an den Rand des Ruins. Die erste Ausgabe des Atlases lag 1910 vor. Professor Fridolin Becker hatte für die «Typenlandschaften» der Schweiz die Reliefdarstellung «nach Schweizer Manier» angewendet. Bei den übrigen Karten hielt sich der Atlas weitgehend an ausländische Vorbilder, indem ein hypsometrischer Farbaufbau im Stil Peuckers angewendet wurde. In völlig neuer Gestalt erschien erst die dreizehnte Auflage von 1962. Das Relief sämtlicher Karten wurde nach der von Eduard Imhof entwickelten Methode naturnaher Farbgebung und mit Schattenplastik bearbeitet.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung der Lithographie im Jahre 1796 und die Entwicklung der zur Vervielfältigung von Karten brauchbaren Steindruckpresse 1852 ermöglichten den rationellen Druck mehrfarbiger Karten. Es versteht sich, dass ab diesem Zeitpunkt vielerorts der Wunsch nach farbigen Karten laut wurde. Einige bedeutende Kartographen und Topographen der amtlichen Vermessung gehörten gleichzeitig zu den Pionieren des SAC. Ihnen gelang es, die technisch perfekten, nüchternen amtlichen Karten zu farbigen Kunstwerken zu überarbeiten.

Die Besonderheit der Schweizer Reliefkartographie ist unter dem Begriff «Schweizer Manier» bekannt geworden. Die Schweiz verschaffte sich mit dieser einzigartigen licht- und schattenplastischen Darstellungsweise der Berge und Täler Weltruhm. Verschiedene Auszeichnungen an den Weltausstellungen zeugen von dieser internationalen Bedeutung.

Entscheidend für die Karriere der Schweizer Reliefkartographie war aber auch der einsetzende Alpentourismus, der ein wichtiges Käuferpotential für die erste Generation der Reliefkarten mit sich brachte. Um die Wende zum 20. Jahrhundert zeigte sich, dass auch Bund und Kantone bereit waren, für Unterrichtszwecke Reliefkarten zu finanzieren.



# Anmerkungen

- 1 Imhof Eduard: Kartographische Geländedarstellung, Berlin 1965.
- 2 Durst Arthur: Die Ostschweiz im Bild der frühen Kartenmacher, Murten 1994.
- 3 Bürgi Andreas: Der Blick auf die Alpen. Franz Ludwig Pfyffers Relief der Urschweiz (1762 bis 1786), in: Cartographica Helvetica. Murten 1998.
- 4 Grosjean Georges: Kanton Bern. Historische Planungsgrundlagen, Bern 1973.
- 5 Gegründet durch Jakob Melchior Ziegler (1801-1883) und Johann Ulrich Wurster (1814-1880).
- 6 Die ersten drei Karten waren: «Tödigebiet; Excursionskarte des Schweizer-Alpen-Club (SAC)» für 1863/64 von Rudolf Leuzinger, 1:50'000 mit Höhenkurven und Schattenschraffen in Südwestbeleuchtung; «Trift- und Rhone-Gletscher m. Dammastock» 1864 von Rudolf Leuzinger, 1:100'000, ebenfalls mit Schraffen in Südwestbeleuchtung; «Karte der Gebirgsgruppe zwischen Lukmanier und La Greina» 1865 von Rudolf Leuzinger, 1:10'000, farbige Karte mit brauner Reliefschattierung.
- 7 Becker Fridolin: Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Kartographie. Erläuterungen zur Karte des Kantons Glarus, in: Jahrbuch des Schweizer Alpen-Clubs 24 (1889).
- 8 Vgl. auch Schertenleib, Urban: Fridolin Becker (1854-1922): Topograph, Kartograph, Innovator... In: Cartographica Helvetica. Murten, 1997.
- 9 Heim Alben u.a.: Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura, Basel 1899.
- 10 Imhof (wie Anm. 1); Imhof Eduard: Thematische Kartographie, Berlin 1972.
- 11 «Carte topographique de l'Archipel Toscan» 1:50'000 aus dem Jahre 1822 von Louis Puissant aufgenommen und A. Blondeau gestochen; und «Carte topographique de l'île de Corse» 1:100'000 von 1824.
- 12 Luzerner Tagblatt vom 5.6.1887.
- 13 Peucker Karl: Kümmerlys Schulkarte der Schweiz, in: Vierteljahreshefte für den geographischen Unterricht 2, 4 (1903).



# ALPENSYMBOLIK UND ALPENFORSCHUNG IM JUNGEN BUNDESSTAAT VON 1848

ANJA EICHELBERG

Die Alpen sind ein zentrales Element in der Konstruktion der nationalen Identität der Schweiz. Die Berge, einst als «Unratshaufen der Natur»<sup>1</sup> verstanden, avancierten im Entstehungsprozess des Bundesstaates zu einem Symbol für die nationale Einheit. Mit dieser gefühlsgeladenen Überhöhung des Hochgebirges ging dessen rationale Erkundung und wissenschaftliche Analyse einher. Der folgende Beitrag untersucht an Quellen aus dem Umfeld des Schweizerischen Alpenclub (SAC), ob sich zwischen der analytischen Zergliederung und der symbolischen Umfassung der Alpen ein Gegensatz ausbildete oder ob sich der wissenschaftliche Diskurs und das entstehende Nationalgefühl ergänzt haben.

Die Publikationen des SAC scheinen für diese Fragestellung besonders geeignet, da der Hauptzweck des im Jahr 1863 gegründeten Vereins gemäss §1 der Gründungsstatuten in der Förderung der allgemeinen Kenntnisse über die schweizerischen Alpen besteht: «Der Verein macht es sich zur Aufgabe, durch Exkursionen unsere Alpen nach allen Richtungen, namentlich in topographischer, naturhistorischer und landschaftlicher Beziehung genauer kennen zu lernen und die gewonnenen Resultate durch gedruckte Berichte zur Kenntnis des Publikums zu bringen.»<sup>2</sup> Die Erforschung der Alpen war dem SAC aber nicht nur ein alpinistisches und wissenschaftliches, sondern auch ein patriotisches Anliegen, wie zahlreiche Aussagen belegen: «Die Gründung des schweizerischen Alpenclubs zur Erforschung der wundervollen schweizerischen Alpenwelt war wesentlich eine That des Patriotismus».<sup>3</sup> Anderswo heisst es: «Beim Anblick einer grossen Landschaft haben wir ein Auge nicht nur für die Berge, Flüsse und Gesteine, nicht ihre Schönheit nur und nicht die Liebe zur Wissenschaft allein treibt uns in die Berge, das kann auch den Fremden begeistern. Was uns aber als Schweizer zusammengeführt hat in unsern Club, was uns immer hebt und trägt und begeistert, das ist die Liebe zu unserm Land, zu unserm Volk.»<sup>4</sup> Quellenkritisch ist anzumerken, dass die untersuchten Texte - meistens Mischformen wissenschaftlicher, literarischer, ästhetischer, moralischer und patriotischer Betrachtung - vorwiegend aus der Feder einer bildungsbürgerlichen Elite stammen und daher lediglich die Ansichten und das Denken einer kleinen, aber einflussreichen gesellschaftlichen Minderheit widerspiegeln.<sup>5</sup>

## DIE ALPEN ALS GEGENSTAND DER FORSCHUNG: VERLIERER ODER GEWINNER?

«Endloses Anhäufen roher Materialien konnte freilich zu dem, nun fast verjährtten Vorurtheile beitragen, als müsste notwendig wissenschaftliche Erkenntnis das Gefühl erkälten, die schaffende Bildkraft der Phantasie ertöden und so den Naturgenuss stören.»<sup>6</sup> Dies konstatierte Alexander von Humboldt 1845 in seinem *Kosmos*, einem Plädoyer für einen ganzheitlichen Zugang zur Natur. Auch wenn von ihm als «Vorurtheil» bezeichnet, so liegt doch die Frage nahe, ob nicht die seit Beginn des 19. Jahrhunderts massiv anwachsende Forschungstätigkeit in der schweizerischen Bergwelt seitens verschiedenster Disziplinen zum Verlust einer einheitlichen, klar umrissenen Vorstellung von den Alpen führen musste. Man könnte insbesondere vermuten, dass die Symbolik der Alpen durch den rationalistisch-kausalistischen Blick der Wissenschaften in gewisser Weise aufgeweicht worden sei.

«Abgebrochen, wie man ein Haus abbricht, liegt es [das Gebirge] da in Kisten und Kasten, neugeordnet gemäss der Natur seiner Bestandteile»,<sup>7</sup> so lässt sich der Zustand der Alpen im 19. Jahrhundert umschreiben. Wie aber lassen sich die Alpen noch als Garanten der schweizerischen Einheit darstellen, wenn ihre eigene Einheit nun durch ihre wissenschaftliche Zerstückelung bedroht war? Lebt nicht gerade die nationale Symbolik der Alpen davon, dass Attribute, die man erst den Alpen zuschreibt, sich anschliessend auf Volk und Staat übertragen?

In der Tat finden sich in diese Richtung weisende Bedenken vereinzelt in den untersuchten Quellen: «Leider ist es auch heute noch der Fall, dass das Publikum, auch das gebildete [...] in einen Wirrwarr hineingeführt wird», schrieb die Alpenpost 1872, und so «gegen die Naturkunde misstrauisch und gegen die Natur gleichgültig» werde.<sup>8</sup> Hatte sich der SAC also mit seiner Förderung der wissenschaftlichen Erforschung der Alpen gewissermassen ins eigene Fleisch geschnitten, indem er damit auch eine Profanierung der Alpen in die Wege geleitet hatte?

Es mag erstaunen, dass die Berechtigung der Alpenforschung von keiner Seite je ernsthaft in Zweifel gezogen wurde. Eine Erklärung dafür liegt vielleicht in dem Umstand, dass in den Augen der Alpenbegeisterten die praktischen Vorteile einer wissenschaftlichen Erforschung der Alpen auch für deren Instrumentalisierung als nationales Symbol die angedeuteten Nachteile offensichtlich überwogen haben.

Auffällig sind die unzähligen Aufrufe zum Mitforschen in allen Disziplinen. So heisst es etwa 1873 im Jahrbuch: «Auf jedem Gebiete der Naturwissenschaften kann der Clubist, auch wenn er nicht Forscher vom Fach ist, wenn er

nur <Alles aller Orten genau in Acht> nimmt, werthvolles Material sammeln».<sup>9</sup> Oder es findet sich der Aufruf, «dass bei jeder Bergersteigung [...] irgend welche wissenschaftliche oder künstlerische Gesichtspunkte in's Auge gefasst werden mögen».<sup>10</sup> Andernorts ist die Rede von der «Aufgabe der Alpenclubisten als Sammler von Gebirgssagen».<sup>11</sup> Die Erforschung der Alpen wird damit zu einer Unternehmung, bei der auch dem Laien eine wichtige Rolle zukommt: «Man halte es nicht für gering, Bausteine sammeln zu helfen, aus denen später ein Bau werden soll.»<sup>12</sup> Alle können ihren Teil dazu beitragen, die Kenntnisse über die Alpen zu vermehren und damit «ein Werk fördern helfen, das der Schweiz zur Ehre und zum Nutzen gereichen wird; denn wodurch wird das nationale Hochgefühl mehr gehoben, als durch vollständige und allseitige Kenntnis unseres Landes und seiner Bewohner? [...] So soll der echte Schweizer sein Land vom tiefen Thal bis hinauf auf die vergletscherten Zinnen unserer Gebirgsriesen kennen; dann erst weiss er, was er sein eigen nennt und lernt es wahrhaft schätzen und hochhalten!»<sup>13</sup> Die Alpen werden so zum gemeinsamen nationalen Forschungsprojekt stilisiert, das Leute «verschieden zwar in Sprache und politischer Anschauung, eins aber durch die gleichen hohen Ideale»<sup>14</sup> vereint.

Auch wenn also die wissenschaftliche Forschung auf die Einheit der Alpen zersetzend wirken mag, so kommt nun durch den gemeinsamen Akt ihrer Erforschung den Alpen doch wieder ein einheitsstiftendes Moment zu.

Aber nicht nur dadurch konnte die Alpenforschung dazu beitragen, die Alpen als nationales Symbol zu stärken. Viele Forschungsergebnisse heben die Einzigartigkeit der schweizerischen Alpen hervor, eine Eigenschaft, die auch die Schweiz als politisches Gebilde gerne in Anspruch nahm. Dazu ein Beispiel aus der botanischen Forschung, wo der Autor die Verbreitung zweier verschiedener Sorten von Alpenrosen untersucht hat. Auch wenn er feststellen muss, dass die rostfarbene Alpenrose über die gesamte Alpenkette - also auch ausserhalb der Schweiz - verbreitet ist, so kann er doch mit Genugtuung festhalten, dass die behaarte Alpenrose - «öhnehin die zierlichere der beiden» - sich «doch ihrer Hauptmasse nach innerhalb der Schweizer Alpen» hält.<sup>15</sup> Einzigartig bezüglich seiner geologischen Bedeutung ist auch das Gotthardmassiv, das in einem Bericht als die «centrale Werkstätte [...], aus welcher eines der bedeutendsten Fundamente zum Gerüste unseres Erdtheils hervorging»,<sup>16</sup> bezeichnet wird.

Vor allem aber erkannte man in den Schweizer Alpen eine wissenschaftliche Schlüsselstelle, in der die Lösung vieler wissenschaftlicher Probleme verborgen lag. So denkt beispielsweise Oswald Heer, wenn er schreibt: «Und von dieser Erde bewohnen gerade wir Schweizer einen Theil, der so klein er auch

ist doch die wichtigsten Dokumente für ihre Geschichte enthält.»<sup>17</sup> Dies gilt aber nicht nur für die Geologie, sondern beispielsweise aus der Sicht des bereits zitierten Autors des Alpenrosen-Berichts auch für die Botanik: «Einst wird auch in die Geschichte der Pflanzenverbreitung Licht fallen, und die Alpenflora wird [...] der Docht sein, an welchem es sich entzündet.»<sup>18</sup> Die Schweizer besaßen also mit ihren Alpen nicht zuletzt ein - auch international anerkanntes - wissenschaftliches Prestige-Objekt.

Das wissenschaftliche Interesse an den Alpen lag aber auch darin, dass sie die Forscher vor die grössten Rätsel stellten. Von einem «gordischen Knoten» spricht Oswald Heer bezüglich des komplizierten Schichtenaufbaus, zu dessen Verständnis «jahrelange, unermüdete Forschungen» Voraussetzung waren.<sup>15</sup> Die Schweizer Alpen sind damit ein Ort, wo grosse (wissenschaftliche) Schwierigkeiten von Schweizern (schweizerischen Wissenschaftlern) überwunden werden.

Die wissenschaftliche Forschung dieser Zeit lieferte also der Schweiz in mehrerer Hinsicht Gründe, auf ihre Alpen stolz zu sein.

## **DIE WISSENSCHAFTLICHE HISTORISIERUNG DER ALPEN**

Bis zum 19. Jahrhundert war man mehrheitlich der Auffassung gewesen, dass die Berge in einem einmaligen Akt - sei es durch göttliche Schöpfung oder durch die Sintflut - in die Welt gekommen seien. Im 19. Jahrhundert begann sich langsam eine historische Auffassung von Natur durchzusetzen. Zunehmend wurden nun die Berge als Produkte eines fortdauernden dynamischen Prozesses verstanden. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war man sich einig, dass die Gebirge durch Hebungsprozesse aufgetürmt worden waren. Gleichzeitig wurde der Einfluss der Erosionswirkung auf die Gestalt der Berge erkannt. Auch wenn man in diesen grundsätzlichen Dingen übereinstimmte, so war man sich in Fachkreisen über die Ursachen für die Gebirgshebung oder über die zukünftigen Folgen der Erosion längst nicht einig. Bernhard Studer stellte 1865 fest, dass «die Wissenschaft über die wichtigsten [Fragen] nicht zum Abschluss gekommen ist, und immer noch, mit abwechselndem Glück, Wasser und Feuer, Neptunisten und Vulkanisten, um den Vorrang streiten.»<sup>20</sup> Die naturwissenschaftliche Diskussion um die Berge war also in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts virulent. Damit musste auch einem breiteren Publikum die geschichtliche Dimension der Berge, deren Werden und Vergehen bewusst werden. Neben der Vergänglichkeit der Berge brachte die Erdforschung ungeahnte Zeitdimensionen ins Spiel, welche die Vorstellungskraft des Menschen sprengen mussten. Erneut hatten also die

Wissenschaften das Naturverständnis und Weltbild vieler Menschen erschüttert - ein Umstand, der dadurch verschärft wurde, dass die erdgeschichtlichen Erörterungen nun keinen metaphysischen, sondern einen kausalistisch-mechanistischen Grundton anschlugen: Die Frage nach dem Wie scheint die Frage nach dem Warum verdrängt zu haben.

Kritik, aber auch ein Gefühl der Hilflosigkeit und des Unbehagens angesichts der rahmensprengenden Theorien und Befunde der Wissenschaften drückt sich in einem satirischen Text eines anonymen Autors aus dem Jahre 1872 aus: «Wunderliche Welt! [...] könnte ich als ewiger Jude nach Hunderttausenden von Jahren abermals wiederkehren, oder meine Phantasie soweit voraus in die Zukunft eilen lassen, als der Geist hinabblickt in die Jahrmillionen der Vergangenheit; dann nähme ich neue gewaltige Umwälzungen wahr, ein neues Chaos und darauf einen neuen Weltenfrühling als die Geburtsstunde höherer Organismen; ich sähe die Berge versinken und die Ebenen sich heben, sähe Meer, wo heute Alles grünt und blüht und fruchtbares Land, wo jetzt der Kiel die Wellen pflügt; ein neues Menschengeschlecht könnte ich in seiner Tätigkeit beobachten, wie es die Felder baut und den Erdball durchstöbert; wie es die Schädel Goethes und Schillers ausgräbt und aus ihren Formen den Faust oder den Teil deduziert.»<sup>21</sup> Der Wissenschaften Welterklärung ist eine absurde und kehrt sich ins Gegenteil: in das Szenario einer Welt, die aus den Fugen geraten ist. Was kann hier noch Halt bieten? Der Autor schlägt etwas Handfestes vor: «Studium und Wissenschaft bleicht an, macht hager, dünn und durchsichtig, aber eine gute Mahlzeit ist die richtige Form, in der man sich nach einer Hexenfahrt durch Himmel und Hölle die Prinzipien des Materialismus zu Gemüthe führen soll.»<sup>22</sup>

Wie aber schlagen sich nun die wissenschaftlichen Erkenntnisse dieser Zeit im schweizerischen Alpendiskurs nieder? Inwiefern haben sie nicht nur die Alpen, sondern auch deren Symbolik ins Wanken gebracht?

In einer Gedichtstrophe aus der *Alpenpost* heisst es: «Die Menschen umschlingt ein Liebesband / Sie reichen sich die Bruderhand / Wie die Alpen so fest und treu sie stehn / Schweiz, o Schweiz wie bist du schön!»<sup>23</sup> Weiterhin dienen Festigkeit und Beständigkeit der Alpen in der Metapher als Garanten für den Zusammenhalt der Menschen. Wichtig ist auch ein zweiter Punkt: Nicht irgendwelche Menschen sind es, deren Zusammenhalt hier beschwört wird, es sind diejenigen, die durch «ein Liebesband» umschlungen sind - es fällt nicht schwer, im Liebesband die Alpenketten zu erkennen. In der Tat ist auch dies ein Topos, der immer wieder auftaucht: die Vorbestimmtheit der Schweiz durch die topographische Anordnung der Alpen. Der Autor eines Beitrages im Jahrbuch schildert die vom Tödi aus erblickten Bergketten als einen Kranz, «gebildet aus zwei gewaltigen Palmzweigen [...] ein unvergänglicher Kranz auf dem Haupt unserer

Mutter Helvetia.»<sup>24</sup> Beständigkeit, Festigkeit, Unvergänglichkeit bzw. Ewigkeit der Alpen einerseits, der Alpen prädestinierende Funktion für den schweizerischen Bundesstaat und dessen Grenzen andererseits sind immer wiederkehrende Themen - nicht nur in der Gedichte-Rubrik der *Alpenpost*, sondern auch in Bergbesteigungsberichten oder naturwissenschaftlichen Landschaftsdarstellungen in den SAC-Jahrbüchern.

Auf den ersten Blick scheinen also die wissenschaftlichen Erkenntnisse der Zeit keinen Einfluss auf den Symbolgehalt der Alpen genommen zu haben. Unbeirrt wurde an der Beständigkeit und Ewigkeit der Alpen festgehalten, auch wenn die zeitgenössische Geologie gerade das Gewordensein und die Vergänglichkeit der Berge ins Blickfeld gerückt hatte. Auch die Idee der Vorbestimmtheit der Schweiz durch die Alpen müsste eigentlich durch die kausal-mechanistischen Erklärungen von Natur in Frage gestellt worden sein. Die Idee der Vorbestimmung hängt doch wesentlich davon ab, dass die Alpen - welche ja das Bestehen des Staates in dieser Form begründen und legitimieren sollen - Produkt eines vernunftvollen Planes sind. Hatte nun nicht die naturwissenschaftliche Forschung (im Zeitalter Darwins) den möglichen Urheber eines solchen Planes aus ihrem Erklärungssystem ausgeschlossen? Waren nun die Alpen nicht einfach ein Zufallsprodukt der Natur? Der Zufall aber wäre eine schlechte Legitimationsbasis für den schweizerischen Bundesstaat. Solche Widersprüchlichkeiten zwischen wissenschaftlichen Auffassungen einerseits, Inhalten der Alpensymbolik andererseits werden erstaunlicherweise nirgends in unseren Quellen offen thematisiert oder gar diskutiert. Weshalb? Verschiedenes kann hier eine Erklärung bieten. Die erste Möglichkeit ist natürlich die, dass eine solche Diskussion anderswo als in den untersuchten Quellen stattgefunden hat - vielleicht weil die patriotische und gleichzeitig wissenschaftsfreundliche Grundhaltung des SAC und der *Alpenpost* die Thematisierung solcher Widersprüchlichkeiten unterband.

Eine weitere Möglichkeit wäre, dass die Alpensymbolik gegenüber dem Einfluss von wissenschaftlichen Resultaten und Anschauungen einfach immun war; dies vielleicht weil der Personenkreis, der die patriotische Alpenrhetorik betrieb, von dem Personenkreis, der die wissenschaftliche Erforschung der Alpen vornahm, grundsätzlich verschieden war und so beide Positionen einander ignorieren konnten. Die Personen aber, welche die Alpenrhetorik pflegten, waren in vielen Fällen selbst Natur- oder Alpenforscher. Die oben zitierten Texte beispielsweise stammen von Akademikern, der zweite von Rudolf Theodor Simler, dem Gründer des SAC, Chemiker und Geologe. Auch der bekannte Geologe Albert Heim (i 849-1937) widmete sich den Alpen sowohl auf wissenschaftlicher als auch auf literarischer Ebene. Mit der Gegenüberstellung von zwei Texten Heims drängt sich eine dritte Erklärung unseres Problems auf.



In einem geologischen Bericht schreibt Heim: «So ist auch unsere ganze Erdoberfläche einem ununterbrochenen Prozesse der Verwitterung unterworfen, der dahin zielt, die hervorragenden Theile der Erdrinde zu erniedrigen und mit ihren Trümmern die Thäler, See'n und Meere auszufüllen, die Gebirge zu Hügelland und dieses nahezu zur Ebene umzuwandeln; das wird, wenn nicht neue sich erheben, das endliche Schicksal der Gebirge sein.»<sup>25</sup> In einem Gedicht mit dem Titel *An das Finsteraarhorn* heisst es: «Ewig leuchten am dunkeln Himmel / Deine Firne der Sonne zu / Über des Lebens Ringen und Kämpfen / Über dem raschen Wechsel der Zeit / Thronet der Schöpfung eh'rner Gedanke / Unverändert in Ewigkeit.»<sup>16</sup> Wieder scheint hier das im ersten Text beschriebene «endliche Schicksal der Gebirge» in offenem Widerspruch zum ewigen Leuchten der Schneefelder (des Finsteraarhorns) zu stehen. Einen Hinweis für eine Auflösung solcher Widersprüche gibt uns aber der «eherne Gedanke», der hinter allem steht. Was ist damit gemeint? Gewiss, Albert Heim schreibt: «*der Schöpfung* eh'rner Gedanke» - doch worin manifestiert sich dieser? Er manifestiert sich in den Naturgesetzen, wie ein anderer Autor verdeutlicht: «Mag man über Schöpfung oder wie Andere lieber sagen, Entstehung der Welt, denken wie man will, die harmonische Ordnung, welche das Ganze durchdringt und umschlingt, hat noch Niemand in Abrede gestellt. Wir stehen mitten in einem gewaltigen Bau, der auch uns eine Wohnstätte bietet. [...] Ein Bauplan aber ist vorhanden [...]; er tritt uns entgegen in den ewigen Gesetzen.»<sup>27</sup> Und so werden auch die «wilden Felsgestalten zu Gliedern eines Ganzen, in dessen Schichten und Massengebilden wir feste Ordnung und ewig waltende Gesetze erkennen.»<sup>28</sup>

Die Naturgesetze wurden offensichtlich teleologisch interpretiert. Sie sorgen für Plan und Ordnung der Natur. Fast in allen erdhistorischen Überlegungen dieser Zeit finden sich Züge teleologischen Denkens. Oswald Heer spricht von natürlichen «Erscheinungen, die einen bestimmten Zweck haben»,<sup>29</sup> und Simler fordert dazu auf, «strenge Naturgesetze an die Stelle des blinden Zufalles zu setzen».<sup>30</sup> Wenn man also die teleologische Komponente der kausalistisch-mechanistischen Naturerklärungen dieser Zeit mit berücksichtigt, dann stellt sich das Problem der Vorsehung gar nicht erst: Wenn nicht Gott die Berge für die Schweiz erschaffen hat, so waren sie doch auch nicht einfach das Produkt eines blinden Zufalls, sondern eines in der Natur angelegten sinnvollen Planes. So war es möglich, aus der Ordnung der Berge die Ordnung und Richtigkeit des Staates abzuleiten.

Nicht nur das Problem der Vorsehung, sondern auch das Problem der Ewigkeit lässt sich mittels teleologischen Denkens auflösen. Indem sich der «eh'rne Gedanke» in den Naturgesetzen manifestiert, werden diese selbst zu «ewig waltenden». Auch wenn man die Vergänglichkeit der Berge in Kauf nehmen

musste, so waren sie doch Ausdruck dieser ewig waltenden Gesetze. Man kann nun sagen, dass die Ewigkeit der Gesetze die mit der Vergänglichkeit der Berge aufgerissene Lücke in der Symbolik der Alpen wieder ausfüllen konnte. Wenn also Heim scheinbar unbeirrt von «ewig leuchtenden» Firnen spricht, dann verbirgt sich dahinter eine Verschiebung der Bedeutung des Wörtchens «ewig» bezüglich der Alpen. Nicht zuletzt dadurch war es möglich, die Alpen weiterhin als Garanten für die Ewigkeit bzw. Kontinuität des schweizerischen Bundesstaates einzusetzen.

Die dritte Erklärung für das Ausbleiben einer Diskussion um die Bedrohung von nationaler Alpensymbolik durch die erdgeschichtlichen Theorien beruht also darin, dass diese Bedrohung nicht also solche empfunden werden musste. Teleologische Deutung und sanfte Verschiebungen in den Wortbedeutungen konnten die aus der Historisierung der Berge erwachsenden Schwierigkeiten für die Alpensymbolik abdämpfen.

## **DIE STÄRKUNG DER SYMBOLKRAFT DER ALPEN DURCH IHRE HISTORISIERUNG**

Wenn im letzten Abschnitt festgehalten wurde, dass sich in den Quellen keine Hinweise auf eine durch die Historisierung der Alpen ausgelöste Kontroverse finden lassen, so soll damit nicht gesagt sein, dass die erdgeschichtlichen Thesen und Theorien innerhalb des allgemeinen Alpendiskurses überhaupt nicht reflektiert worden wären. Reflexionen dazu finden sich mancherorts - meistens in kleineren Randbemerkungen versteckt. Gerade dort zeigt sich deutlich, dass die Historisierung der Alpen durch die Naturwissenschaften deren Symbolgehalt nicht trüben musste, sondern im Gegenteil bekräftigen oder sogar durch neue Bedeutungen und Metaphern bereichern konnte.

So ist zum Beispiel das enorm hohe Alter der Berge ein immer wiederkehrendes Motiv. Ein Autor schreibt über den Gotthard: «Alles spricht vom ausserordentlichen Alter dieses Gebirges [...]. Sogar die beweglichen und lebendigen Ingredientien einer Landschaft, Wasser und Vegetation, sind nicht geeignet, diese ernsten Bilder zu beleben oder zu erheitern.»<sup>31</sup> An anderer Stelle werden die Gebirgskämme als «ernst und alt, grau und zerfallen»<sup>32</sup> beschrieben. Fast immer werden das hohe Alter der Berge und die Spuren des Zerfalls, von denen ihre Erscheinung geprägt ist, mit Ernsthaftigkeit in Verbindung gebracht. Dass diese Ernsthaftigkeit nicht negativ besetzt ist, sondern den Gebirgen vielmehr zusätzliche Würde verleiht, zeigt das nächste Zitat, wo eine Stimmung auf dem Matterwaldhorn beschrieben wird: «Die stille Einsamkeit und der ganze Ernst einer mächtigen Alpenwelt umgeben den

Schauernden».<sup>35</sup> Das Schauern des Bergwanderers gibt uns den Hinweis: es ist die alte Ergriffenheit angesichts der Erhabenheit der Berge.

Der Ernst der Gebirge geht aber nicht allein von ihrem hohen Alter aus; der geologische Blick auf die Alpen hatte auch die in ihren Schichten verborgenen Überreste organischen Lebens früherer Zeiten enthüllt. Die im Alpenkörper gespeicherten Spuren der Vergangenheit gaben nicht selten Anlass zu tieferen Reflexionen - oft werden dabei die Alpen als gewaltige Grabstätten beschrieben: «So betritt unser Fuss in Wirklichkeit bei unseren Alpenwanderungen den Schauplatz des Lebens früherer Generationen, die in den Ebenen längst unter dem Gerölle der Gegenwart, das auch uns aufnehmen wird, begraben liegen; ja, man darf sagen, dass wir in um so tiefere Schichten der Vergangenheit dringen, je höher wir uns nach den Zinnen dieser Zufluchtsstätte schwindelnder Höhen erheben. Rührt wohl daher das wonnige Gefühl, als ob wir in eine alte Heimat träten [...]? Man möchte es glauben. Sind es doch Stimmungen von gleich feierlicher Art [...], welche über uns kommen bei dem Betreten von Grabesstätten, die uns näher liegen.»<sup>34</sup> Der Alpenwanderer wird angesichts dieses riesigen Grabes von einer «feierlichen» Stimmung, ja einem «wonnigen Gefühl», als ob er in eine «alte Heimat» träte, ergriffen. Wie das Grab eines Menschen bieten die Alpen ihm eine «Zufluchtsstätte», wo die im «Gerölle der Gegenwart» Lebenden Halt und Geborgenheit finden, indem sie sich dort mit früheren Generationen in Beziehung setzen. Bot der Bezug zur Vergangenheit, den die Alpen auf diese Weise herstellen, vielleicht einen Ersatz für das Fehlen einer kontinuierlichen gemeinsamen schweizerischen Vergangenheit? Zumindest wird hier deutlich, dass die Verbindung von Alpen und Geschichte (in einem weiten Sinn) die Attraktivität der Alpen als nationales Symbol des schweizerischen Bundesstaates nur steigern konnte.

Ähnliche Gedanken wie im obigen Zitat werden auch im folgenden Textauschnitt aufgenommen: «Freund der Alpen! Du wirst durch das Bewusstwerden, auf einer der zahlreichen Pyramiden dieses grossartigen Grabes zu weilen, dich nicht beängstigt fühlen, vielmehr wird dir dieser Gedanke ein neuer Anknüpfungspunkt zu tiefen Reflexionen sein, denen man sich auf Bergeszinnen so gerne hingibt.»<sup>35</sup> Der Autor spricht von «tiefen Reflexionen [...], denen man sich auf Bergeszinnen so gerne hingibt». Die Berge galten generell als Orte, die der Gewinnung tieferer Erkenntnisse förderlich waren.<sup>36</sup> Ein «neuer Anknüpfungspunkt» zu solch tiefen Reflexionen wird auch hier in der Erkenntnis der Alpen als eines «grossartigen Grabes» gesehen. Dies ist ein weiterer Hinweis dafür, dass die Symbolkraft der Alpen durch die geologischen Forschungsergebnisse nur gewinnen konnte.

## DAS STILLE ERFOLGSGEHEIMNIS DES NATIONALEN ALPENSYMBOLS

Einen Hinweis auf das eigentliche Erfolgsgeheimnis der Alpen als nationales Symbol erhält man, wenn man verfolgt, wie die zuletzt zitierte Textpassage fortfährt: «Sollte diese Erkenntnis [dass du auf einem Grabe stehst] aber deinen Sinn verdüstern, so bleibe oberflächlich, lass deinen Blick nicht tiefer dringen, als auf den Blüthenteppich zu deinen Füßen [...].»<sup>37</sup> Für denjenigen, der sich nicht tieferen Reflexionen hingeben will (weil sie seinen «Sinn verdüstern»), offerieren die Alpen ihren «Blüthenteppich» als Augenweide. Die Alpen haben also für jeden Geschmack etwas zu bieten: Den einen verhelfen sie zu tiefen Gedanken, den anderen, die das nicht wollen (oder können), sind sie einfach ein ästhetischer Genuss.

Eine ähnliche Beobachtung lässt sich auch bezüglich des Angebots an politischen Metaphern, die die Alpen bieten, machen: Eigentlich ist es doch erstaunlich, dass sich der neue schweizerische Bundesstaat mit den Alpen ein Symbol schafft, das traditionell mit eher konservativen Werten verknüpft wird. Festigkeit und Beständigkeit mögen für den jungen Bundesstaat zwar wichtig sein, stehen aber dem Fortschrittsgedanken und damit dem Selbstverständnis (der Befürworter) des Bundesstaates diametral entgegen. Doch auch bezüglich dieses Problems zeigt sich, wie vielseitig die Alpen sind. Dank der Historisierung der Natur konnte nun auch ihr evolutiver Charakter als legitimierende Metapher verwendet werden. So heisst es in einem Bericht über die Eiszeit: «Aber die Natur vollendete ihr Werk, das blühende Leben der Pflanzenwelt siegte über die starre Leblösigkeit des wüsten Chaos aus Eis und Schnee, der Fortschritt über die langweilige Stätigkeit überlebter Zustände, in prophetischer Vorbedeutung für die denkenden Wesen, die am Fusse des freien Hochgebirges lange Zeiten nachher den Kampf um ihr Bestehen und ihre Freiheit führten.»<sup>38</sup> «Das blühende Leben» siegt über die «langweilige Stätigkeit überlebter Zustände» - eine Metapher, die jedem revolutionär Gesinnten das Herz höher schlagen lassen müsste. Aber nicht nur die Evolution der Alpenpflanzen, sondern auch diejenige des Gebirges als Ganzes konnte natürlich als Fortschrittsmetapher dienen. So zum Beispiel in einem skurrilen Liedtext aus der *Alpenpost* mit dem Titel *Die alte Schildkröte*.<sup>39</sup> Zwei Parteien stehen sich im Text gegenüber: die konservative, aristokratische und die radikale, freiheitlich gesinnte. Erstere verkörpert von einer alten Schildkröte, letztere von Hechten. Die alte, fette und dumme Schildkröte liegt faul im jurassischen Urmeer. Den radikalen Hechten graust vor ihr und sie planen ihren Sturz. Bald darauf heben sich die Juramassen, das Meer tritt zurück, und die Schildkröte - zu träge, um sich zu retten - vertrocknet. So verhilft die Entstehung der Gebirge (durch Hebung) den wendigen Hechten zur Freiheit.

Keineswegs soll mit diesen Beispielen angedeutet werden, dass nun die Alpen zum Symbol des Revolutionären schlechthin geworden wären. Es geht vielmehr darum zu zeigen, dass die Alpen als nationales Symbol sowohl konservative als auch radikale Interessen befriedigen konnten. Je nach Bedürfnis können die Alpen als Sinnbild für das Beständige oder aber den Wandel dienen.

Das eigentliche Erfolgsgeheimnis der Alpen als Bundesstaatsikone liegt also darin, dass sie sowohl auf politischer als auch auf individueller Ebene die verschiedensten Interessen gleichzeitig befriedigen konnten. Sowohl der Konservative als auch der Radikale, der philosophisch Veranlagte wie der einfache Naturfreund konnte in den Alpen das finden, was er finden wollte. Offenbar konnten die Alpen zum Träger verschiedenster und oft auch widersprüchlicher Sinninhalte werden. Eine Erklärung dafür liegt darin, dass die Alpen als natürliche Objekte vorerst keine Bedeutung haben, sinnneutral sind: Sie sind in einem materiellen Sinn einfach da. Gerade dank dieser relativen Neutralität eignen sich die Alpen unvergleichlich besser zum nationalen Symbol als etwa von Menschenhand geschaffene Symbolträger. Denn letztere sind nie neutral, in ihnen sind immer schon Intentionen, Interessen und Bedeutungen manifest, die dem einen mehr, dem anderen weniger zusagen. Demgegenüber konnten die neutralen Alpen gerade den heterogenen Interessen im jungen schweizerischen Bundesstaat eine gemeinsame Projektionsfläche bieten. Die damit verbundene Integrationswirkung hat wesentlichen Anteil am Erfolg der Alpen als nationales Symbol.

Doch musste das Alpensymbol durch eine Beliebigkeit symbolischer Zuordnungen nicht unglaublich erscheinen? Es ist diesbezüglich wichtig zu sehen, dass der interpretative Spielraum zwar gross, aber aufgrund der materiellen Gegebenheit der Alpen nicht unbeschränkt war. Die Symbolik der Alpen ist nicht losgelöst vom wissenschaftlichen Blick auf die Alpen - im Gegenteil: Wissenschaftliche Forschung trug in mancher Hinsicht dazu bei, die Symbolkraft der Alpen zu stärken oder das Spektrum ihrer Symbolik zu erweitern - man denke nur an das Bild der Alpen als Speicher einer gemeinsamen Vergangenheit. Doch auch dort, wo sich potentielle Konflikte im Verhältnis zwischen Forschung und Symbolik ergeben, kommen diese nicht explizit zur Sprache. Gerade aber das Ausbleiben von Hinweisen auf solche Spannungen gibt uns indirekt Aufschluss über das innere Funktionieren des Alpensymbols. Welches die konkreten Inhalte der Alpensymbolik sind, ist nicht eindeutig bestimmbar - das Alpensymbol hat keine festen Statuten. Es gibt aber einen Katalog an immer wiederkehrenden Themen, die mit den Alpen in Verbindung gebracht werden: Festigkeit/Beständigkeit oder Ein-

heit/Zusammengehörigkeit sind Beispiele dafür. Insbesondere durch die wissenschaftliche Historisierung der Alpen mussten diese Zuordnungen als brüchig erscheinen. Dass sie sich dennoch gehalten haben, könnte man als Beweis für eine fixe Alpenrhetorik ansehen, die gegen solche Erschütterungen immun war. Aufgrund der Quellen entsteht aber der Eindruck, dass man sich darum bemüht hat, diese Zuordnungen nicht zu Worthülsen verkommen zu lassen. Davon zeugen die Versuche, Möglichkeiten zu finden, die brüchig gewordenen Zuordnungen auf anderem Weg an den Bergen festzumachen. Auf *welchem* Weg man diese Zuordnung aber ausführte, wird in der Alpenrhetorik nicht explizit gemacht. So entsteht auch kein offener Konflikt zwischen Alpenforschung und Alpensymbolik.

Wenn also die Festigkeit und Beständigkeit der Alpen durch die Wissenschaft hinterfragt wird, dann kann man sie mehr oder weniger bewusst auch an den ewigen Gesetzen, die sie hervorgebracht haben, festmachen. Oder wenn die Einheit der Alpen durch die Forschung seziert wird, dann lässt sich als Ersatz dafür ihr einheitsstiftendes Moment aus ihrer räumlichen Anordnung als Kranz auf dem Haupt der Mutter Helvetia oder auch aus der gemeinschaftlichen Erforschung der Alpen herleiten. Hinter der Konstanz der Worte, mit denen die Symbolik der Alpen benannt wird, können sich auf diese Weise mannigfaltige Bedeutungsverschiebungen verbergen. Daraus wird deutlich, dass sich einmal favorisierte Aspekte der Alpensymbolik relativ einfach vor Erschütterung bewahren lassen, ohne dass dabei *jeder* Bezug zur materiellen Realität der Bergwelt verloren ginge. Störende Realitätsfaktoren werden zwar stillschweigend ignoriert, aber immer wird versucht, sie durch andere, passendere Bezüge zu ersetzen.

So kann sich die schillernde Alpensymbolik, in ihrer Vielfalt voll von inneren und äusseren Widersprüchen, immer wieder durch ein Restchen Realitätsbezug vor gänzlicher Beliebigkeit retten. Oder anders ausgedrückt: Die Alpen lassen zwar den Raum für potentielle Bedeutungszuschreibungen genau so offen wie ein einfaches graphisches Zeichen; jedes einfache Zeichen würde aber ob einer vergleichbaren Last an widersprüchlichen symbolischen Zuordnungen zugrunde gehen - es wäre schlicht nicht mehr verständlich. Die Berge aber, die lassen sich nicht zerreden.

## Anmerkungen

- 1 So der englische Schriftsteller John Evelyn im 17. Jahrhundert, zit. nach: Seitz Gabriele: Wo Europa den Himmel berührt. Die Entdeckung der Alpen, München 1987, S. 128.
- 2 Dübi Heinrich: Die ersten fünfzig Jahre des Schweizer Alpenclub. Denkschrift, Bern 1913, S. 40.
- 3 Zähringer H.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1869-1870, S. 391f.
- 4 Zähringer H.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1875-1876, S. 583.
- 5 Viele Autoren gehen davon aus, dass ganz allgemein die Entdeckung der Natur als Landschaft - und was steckt hinter diesem Akt anderes, als natürlichem Raum Bedeutung zu verleihen - von einer privilegierten Schicht ausging, die ökonomisch nicht mehr direkt von der Natur abhängig war. Ritter Joachim: Landschaft. Zur Funktion des Ästhetischen in der modernen Gesellschaft, Aschendorff und Münster Westfalen 1963.
- 6 Humboldt Alexander von: Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, 1845, zit. nach Schwarz Gabriele: Die Entwicklung der geographischen Wissenschaft seit dem 18. Jahrhundert, Berlin 1948, S. 33.
- 7 Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1872, Bd. II, Nr. 15, S. 173.
- 8 Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1878, Bd. VIII, Nr. 24, S. 192.
- 9 Schnetzler: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1872-1873, S. 520.
- 10 Theobald G.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1867-1868, S. 623f.
- 11 Osenbrüggen E.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1868-1869, S. 607.
- 12 Theobald (wie Anm. 10), S. 453.
- 13 Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1872, Bd. III, Nr. 12, S. 147.
- 14 Senn W.: Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1872, Bd. II, Nr. i, S. 16.
- 15 Christ H.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1876-1877, S. 361.
- 16 Rütimeyer L.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1871-1872, S. 40.
- 17 Heer Oswald: Die Urwelt der Schweiz, Zürich 1865, S. XXII.
- 18 Christ (wie Anm. 15), S. 383.
- 19 Heer (wie Anm. 17), S. 568f.
- 20 Studer B.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1865, S. 383.
- 21 Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1872, Bd. II, Nr. 15, S. 174.
- 22 Ebd., S. 175.
- 23 Altmann J.: Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1871, Bd. I, Nr. 29, S. 425.
- 24 Simler T.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1864, S. 88.
- 25 Heim A.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1869-1870, S. 329.
- 26 Heim A.: Alpenpost. Repertorium der gesamten Alpenkunde, 1871, Bd. I, Nr. 9, S. 129.
- 27 Theobald G.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1869-1870, S. 299.
- 28 Ebd., S. 306.
- 29 Heer (wie Anm. 17), S. XXII.
- 30 Simler T.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1866, S. 502.
- 31 Rütimeyer L.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1871-1872, S. 38.
- 32 Rütimeyer (wie Anm. 34), S. 37.
- 33 Studer B.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1864, S. 229.
- 34 Rütimeyer L.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1864, S. 411.
- 35 Coaz J.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1864, S. 494.
- 36 Dafür gibt es verschiedene Gründe, die hier nur kurz angedeutet seien: Einerseits spielt die Nähe zu Gott eine wichtige Rolle. Aber auch der optische Überblick, der sich auf Berggipfeln auftut, galt dem geistigen Durchblick als förderlich. Nicht zuletzt auch die Stilisierung der Alpen zur Gegenwelt hat das ihre dazu beigetragen: Unbedrückt von den gesellschaftlichen Zwängen «im Tale» sind in der Höhe die Gedanken freier und klarer.
- 37 Coaz (wie Anm. 35), S. 494.
- 38 Theobald G.: Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 1867-1868, S. 452f.
- 39 Hemmann, F.: Alpenpost. Repenorium der gesamten Alpenkunde, 1872, Bd. III, Nr. 14, S. 180.





## ZEICHEN VERMESSENER LANDSCHAFT: PETRARCA UND DU BOUCHET

MICHAEL JAKOB

Petrarca ist, so meine Arbeitshypothese und bewusst provokatorisch verstandene Behauptung, der erste Mensch, der Landschaft(en) vermessen hat, während man zuvor nicht *Landschaften*, sondern Land, Boden ausgemessen hatte. Der Grund für diese Pionierleistung Petrarcas ist zunächst darin zu suchen, dass bei ihm zum ersten Mal nicht Land in Sicht kommt, kein Landstrich, der, weswegen auch immer, interessiert, sondern Landschaft. Dass Petrarca den Grund zur modernen Landschaftserfahrung gelegt hat, ist keine neue These, wird sie doch spätestens seit Jacob Burckhardt immer wieder geäußert.<sup>1</sup> Vieles, auch Kritisches, Hesse sich in diesem Zusammenhang sagen, und zwar sowohl in bezug auf die Ventoux-Epistel als auch bezüglich des lyrischen Werks, des *Canzoniere*.<sup>2</sup> Interessanter erscheint es indes, das Thema dieses Bandes - Messen und Vermessen - auf die Innovation Petrarcas zu beziehen und vom Autor des 14. Jahrhunderts aus auf das 20. Jahrhundert zu blicken, in dem ein anderer Dichter, nämlich Andre du Bouchet, was die Landschaft angeht, gleichfalls Grundlegendes bewirkt hat.

Petrarca ist bekanntlich nicht nur einer der Initiatoren der modernen Kartographie, sondern zugleich auch ein entscheidender Vermittler zwischen antiker und moderner Geographie. Als Dichter schlechthin innovativ, umgreift seine Erneuerung die Erfindung einer neuen poetischen Lexik und einer neuen Pragmatik, wobei in dieser Hinsicht gerade dem Naturbezug besondere Bedeutung zukommt. Petrarca ist freilich nur im Kontext einer umfassenden semiotischen Praxis zu verstehen, die über die Dichtung und das Bild des Dichters im «Glashaus» hinausgeht. Sowohl im lyrischen Werk selbst nimmt nämlich der Laura-Dichter auf eine ganz wesentlich von der Natur geprägte Wirklichkeit ästhetisch Bezug als auch *in situ*, in seiner naturgestalterischen Praxis. In Vaucluse, Mailand, Padua oder Arcquà verändert Petrarca die Natur, verschönert er sie, und bewahrt gleichwohl ein Gleichgewicht zwischen urwüchsiger, wilder Rauheit und neuer, gartenartiger Anmut. Als einer der ersten wirklichen Landschaftsarchitekten oder -künstler (diesbezüglich ein Urahne von E. A. Poes Ellison in *The Domain of Arnheim*) verändert Petrarca die Natur, indem er Orte komponiert, die die umgebende, unangetastete Natur als Rahmen und Horizont ausnützen. Auch dies hat selbstverständlich mit einem kreativen *Messen* zu tun, so wie es die Gartenkunst von der Renais-

sance an durchaus auch in Anlehnung an Petrarca betreiben wird. Der italienische Dichter setzte demnach mit seinen Gärten und den Gedichten, die nicht selten auf diese Bezug nehmen, Muster, er erfand Möglichkeiten, Natur zu <rahmen> und zu sinnhaften Ausschnitten zusammenzufassen.

Diese Grundlegung der Landschaft, die mit dem *Messen* verbunden ist, wird nun von Petrarca selbst immer wieder reflektiert, am bekanntesten vielleicht in seinem XXXV. Sonett mit den berühmten Eingangsversen:

*Solo et pensoso, i più deserti campi  
vo mesurando a passi tardi et lenti,  
et gli occhi porto per fuggire intenti  
ove vestigio uman l'arena stampi.*

Der erste Vers erzeugt im Leser eine rhythmische und syntaktische Spannung, die nur durch das Prädikat des zweiten Verses «vo mesurando» plötzlich abgebaut wird, wodurch «vo mesurando» («mesurando» ist das längste Wort der Strophe) offensichtlich besondere Bedeutung zukommt. Anfänglich stehen sich im Segment *a minore*, «Solo et pensoso», und *a maggiore*, «i più deserti campi», *innen* (die Sphäre der Reflexion im <pensare>, des Gestimmtseins in «solo») und *aussen* (die Aussenwelt als Wildnis) scheinbar unvermittelt gegenüber. Zwei Grenzerfahrungen prallen damit in der harten Fügung des *incipit* zusammen: die menschliche Erfahrung des Alleinseins, der Vereinzelung, des Aus-der-Welt-ausgeschlossen-Seins und das Vordringen in ein Grenzgebiet, die Wildnis, die sich (vom Superlativ angekündigt) jenseits des letzten bearbeiteten Stücks Natur auftut. Die antike Raumerfahrung prägende Struktur von *polis*, *agros* und *eschiatai* liesse sich auf diese Erkundung übertragen, wobei freilich mit zu berücksichtigen ist, dass Petrarca der Stadt den Rücken gekehrt hat und in der Vaucluse einen Zwischenort erfindet, einen Kompromiss zwischen ertümlicher Naturgewalt (die Quelle der Fontaine de Vaucluse) und amöner Gestalt (die beiden Gärten). Auffällig ist in den ersten beiden Versen auch der Chiasmus der Bestimmungspaare «solo et pensoso» und «tardi et lenti». Ist man jedenfalls am Ende von Vers zwei angelangt, so erschliesst sich in einem sukzessiven Prozess, bei dem dem Segment «vo mesurando» eine Schlüsselstellung zukommt, der Sinn, so als hätte man mit den Gedanken durch den Text schreitend, (langsam) gehend, den poetischen Raum, den uns der Dichter eröffnet, ein erstes Mal vermessen.

Untersuchen wir die ersten beiden Verse genauer, fällt sofort Weiteres ins Auge:

*Solo etpensoso, i più deserti campi  
vo mesurando a passi tardi et lenti*

An die Stelle der Worte des Gedichts kann man nämlich Begriffe setzen:

Stimmung	Raum	
Ich	Zeit	bzw.
Reflexion	Welt, Natur	
Messen	Gang, Leib	

Nimmt man noch die zweite Strophenhälfte, «et gli occhi porto per fuggire intenti / ove vestigio uman l'arena stampi», hinzu, so können wir in diesen wenigen Versen, auf knappstem poetischen Raum zusammengefasst, sämtliche Elemente einer *Theorie* der Landschaft ausmachen:

1) die *Stimmung*, das Atmosphärische der Landschaftserfahrung: «Denn wie wir unter Stimmung eines Menschen das Einheitliche verstehen, das dauernd oder für jetzt die Gesamtheit seiner seelischen Einzelinhalte färbt, nicht selbst etwas Einzelnes, oft auch nicht an einem Einzelnen angebbar haftend, und doch das Allgemeine, worin all dies Einzelne jetzt sich trifft - so durchdringt die Stimmung der Landschaft alle ihre einzelnen Elemente, oft ohne dass man ein einzelnes für sie haftbar machen könnte; in einer schwer bezeichnbaren Weise hat ein jedes an ihr teil - aber sie besteht weder ausserhalb dieser Beiträge, noch ist sie aus ihnen zusammengesetzt.»<sup>3</sup>

2) die *Welt* oder *Natur*, die sich dem Spaziergänger in räumlicher Weise erschliesst; diese wird erfahren und nicht instrumental benutzt oder studiert.

3) *Raum* und *Zeit*, die subjektiven Formen der Anschauung; der *Raum* als neuzeitliche Raumweite und Öffnung, als Marke einer gesuchten «Aussenbeziehung» seitens des Ich, die *Zeit* als Zeitbewusstsein des Ich, das aus der mittelalterlichen Zeitlosigkeit herausbricht und sein Erschliessen des Raumes temporal strukturiert.

4) das *Ich*, der Erfahrungsgrund und Träger dieses neuartigen Zugangs zur Natur oder bestimmter: das von der Sicht geprägte Subjekt, dessen intentionaler Strahl die Welt erschliesst.

5) die für die Landschaftserfahrung kennzeichnende Durchdringung von Ich und Welt bzw. Subjekt und Objekt, die gleich anfänglich offenbar wird im überraschenden Konnex von *innen* und *aussen*, das heisst dort, wo «Solo et pensoso» und «i più deserti campi» ineinanderscheinen, ohne dass wir den Grund (der mit dem Subjekt und genauer, mit dem «mesurar» zu tun hat) dafür kennen. Auch «lenti et tardi» markiert das Sich-Durchdringen von subjektiver und objektiver Zeit.

Im Rahmen dieser vom Zusammenspiel von Ich und Natur geprägten Erfahrung kommt «vo mesurando» eine zentrale Funktion zu. Zunächst ist dabei an die räumliche Erschliessung der Welt im Gehen zu denken, ein Sachverhalt, der gerade in der allerjüngsten phänomenologischen Landschaftstheorie (Waidenfels, Tilley, Yi Fu Tuan) theoretisch entfaltet wird. Die wilde, menschenleere, gerade ihres Unbehaustseins und ihres Ungezähmtseins willen aufgesuchte Natur wird dem Gehenden zum Massstab, weil es dabei, von seinen ganz individuellen Beweggründen motiviert, die Natur ordnet und domestiziert. Die masslose Schönheit der abwesenden Geliebten und der masslose Liebesschmerz - die Masslosigkeit tout court - werden im Prozess der leiblichen Erkundung der Welt entschärft. Der vom lyrischen Ich getätigte Messvorgang betrifft demnach in Wirklichkeit eine Ordnungsleistung des Subjekts, das die umgebende rauhe, nicht-amöne Natur nur überhaupt deswegen erfährt, weil es sie mit Bedeutungen versieht, kurz: weil es eigene Vorstellungen auf sie projiziert. Landschaft im Sinne dieses Sonetts auszumessen (<mesurar>) heisst mithin, den eigenen, ganz subjektiven Massstab der Natur auf- bzw. einzudrücken. Es bedeutet, Land («campi») in etwas Neues, in einen Spiegel und Reflexionsgrund von Subjektivität, in Landschaft zu verwandeln. Paradoxerweise stellt indes gerade dieses egoistisch und idiosynkratisch zu nennende Ausmessen der Natur - seine Eigenheit ist jene des eigentümlichen Ganges - zugleich eine allgemeine zivilisatorische Leistung dar, indem das im Werk Petrarcas nachvollziehbare immer komplexere Vordringen in die Natur, indem deren poetische Erkundung überhaupt erst den Massstab abgegeben hat, um sie kennen, gebrauchen, beurteilen und geniessen zu können. Bezeichnend ist dabei übrigens auch, dass hier, wie auch im berühmten Brief über die angebliche Besteigung des Mont Ventoux, nicht Landschaft beschrieben oder evoziert wird, sondern dass die Bedingungen der Möglichkeit der Landschaftserfahrung gelegt und reflektiert werden. In der Dichtung und durch die Dichtung, in der ja alles auf das richtige Mass ankommt, und vom massstabgebenden Subjekt aus, wird demnach das ästhetische Mass für die Natur gefunden, die in der Folge ausgemessen werden kann. Der Sprung von Petrarcas *Canzoniere* ins 20. Jahrhundert übergeht die poetische Landschaftsbeschreibung des 18. Jahrhunderts (poesie descriptive), die romantische Naturlyrik und die Seelenlandschaft (paysage de l'âme) des Symbolismus, um, fern vom entdeckerrischem Impuls des Trecento und ernüchtert angesichts allzu vieler (Schein-)Präsenz verlandschaftlichter Natur, beim Überraschenden, Paradoxalen zu landen und neu ansetzen zu müssen. Status und Eigenart der poetischen Landschaft sind - das konnte nicht anders sein - in der Lyrik der Nachkriegszeit selbstverständlich verändert. Paul Celan gibt in dieser Hinsicht gewissermassen den Ton an, indem er im Gedicht mit der

ironischen Überschrift *Entwurf einer Landschaft*<sup>4</sup> aus dem Band *Sprachgitter* all das zersetzt und «in die Enge führt», was bei Petrarca, aus der Negativität der melancholischen Situation heraus, konstituiert wurde. Celans Landschaft ist Teil eines vulkanischen, verkohlten, vom Tode gezeichneten Geländes («Laven, Basalte»), ein Stück Land, auf dem der tote Blick eines ausgelöschten Subjekts ruht. Nicht mehr der menschliche Schritt skandiert diese Erfahrung «jenseits des Menschen», sondern der unpersönliche, grausame «Jahresschritt» «im Viertakt». Auch das im gleichen Band veröffentlichte Gedicht *Bahndämme, Wegränder, Ödplätze, Schutt* spricht, vom unmenschlichem Rest ausgehend, eine deutliche Sprache: «Steppengras» und «Feld» gehören einer eingeklammerten, erstarrten Vergangenheit an («damals»), während nun, im *waste land* nach der *Shoa* nur noch Lichtreste, Primärwerte messbar sind:

*Lichtgewinn, messbar, aus*

*Distelähnlichem:*

*einiges*

*Rot, im Gespräch*

*mit einigem Gelb*

(194)

Ganz anders - und trotzdem Celan nicht unverbunden - wird Landschaft beim bedeutendsten französischen Lyriker der Nachkriegszeit, bei Andre du Bouchet reflektiert. Du Bouchets Dichtung bewirkt beim Leser einen Schock, ohne auf eine Schockwirkung angelegt zu sein, wie es etwa das provokatorische surrealistische Kunstwerk intendiert. Was nämlich an ihm stört und den Rezipienten *versetzt*, ist eine Transgression, die die Sprache, die Erkenntnis und das Bewusstsein von Welt *zu sich* bringt und nicht mehr poetisch verschönert, gestaltet, erhöht. Für unsere Betrachtung bedeutsam erscheinen dabei die zentrale Funktion des Ich, des weltoffenen lyrischen Subjekts, die Rekurrenz des Ganges, der gehenden Erschliessung der Wirklichkeit, sowie die generelle Präsenz von Natur- bzw. Naturelementen.

*... fragments de montagne remployée pour la chaussée.*

*... cela est écrire pour le sol. ciel.*

*... air de la montagne entrant dans la maison non jointée.*

*la route qui va*

*plus loin que le soleil, lorsqu'elle a retenu quelque chose*

*de sa chaleur, apparaît humaine aupied nu.*<sup>5</sup>

Du Bouchets Texte haben eine besondere, ganz eigene Form. Dass zwischen den Segmenten, Satzteilen und Wörtern überall Intervalle klaffen, dass Einzelnes in seinem So-Sein auf der Seite isoliert wird, ist nicht ludistischer Reflex einer Spätdichtung, sondern poetische Methode. Indem nämlich das Einzelne in seiner anschaulichen Vereinzelung aufscheint, fällt darauf ein neues Licht, ergibt sich für den Leser die Notwendigkeit, überhaupt erst die Distanz auszumessen, die *diesen* einen Ausdruck (dieses Segment) von den anderen, umgebenden trennt, bzw. die Distanz zu ermessen, die *diese* eine Verwendung des Ausdrucks von anderen, gebräuchlichen unterscheidet. Die Distanz der Segmente auf der Seite verhindert anders gesagt die allzu schnelle, reibungslose Konstitution kontinuierlicher Sinneinheiten; sie zwingt dazu, die Realität des (in der Regel) übersehenen Abstands wahrzunehmen, und macht das Ausmessen der «Strecke» zwischen den einzelnen Sinneinheiten erforderlich. Der poetische Text gewinnt auf diese Weise eine Raumtiefe, die auch auf die vorgestellten Referenzfelder abfährt.

Ein solches Referenzfeld gibt bei du Bouchet die Natur ab, die, überall gegenwärtig, nicht repräsentiert wird, sondern aufgrund bestimmter Zeichen aufscheint. Natur, das ist in den oben zitierten Versen das Gebirge («montagne»), die Erde bzw. der Grund («sol»), der Himmel («ciel»), die Luft («air») und die Sonne («soleil»). Zu diesen elementaren Natur-Zeichen tritt die Perspektivierung, ausgehend vom Standpunkt eines sinnlich empfindenden («chaleur»), die Distanz gegenwärtigenden («plus loin») und sich orientierenden («chaussée», «route») lyrischen Subjekts. Das Erscheinende («apparaît») ist zunächst disparat, getrennt wie «sol» und «ciel» in ihrem graphischen Zwischenraum. Im Schreiben und im Lesen wird der Abstand zwischen den Elementen der Natur erfahren wie in «sol ciel». Himmel und Erde beleuchten sich, auf der Horizontalen des Textes situiert und durch ein Intervall getrennt, gegenseitig, fordern die Einbildungskraft dazu auf, beim Umsetzen der Bedeutungen in die Vorstellung die Situation zu verräumen. Natur ist hier stets momentaner, partikularer Natureindruck, das heisst ein Ausschnitt: «fragments de montagne remployée par la chaussée».

Auch Du Bouchets Lyrik enthält demnach, wie jene seines fernen Vorgängers aus dem 14. Jahrhundert, landschaftstheoretische Elemente:

- 1) die *Stimmung*, die hier den Gesamteindruck prägt, erscheint als vom leiblichen Gestimmtsein des Gehenden aus bestimmt.
- 2) die sinnlich begegnende, wirkliche *Natur* in ihrer Konkretheit, die Landschaftserfahrung hic et nunc als besonderer Ausschnitt zu einem gegebenen Augenblick, der sich, wie das isolierte poetische Segment andeutet, von allem anderen abhebt und eine Einheit sui generis bildet.
- 3) das Ich als Beweggrund der Landschaftserfahrung.

4) die Fusion von *innen* und *aussen*, und zwar nicht als vorgestellte bzw. erinnerte Erfahrung, sondern als im poetischen Akt («écrire») vermittelte.

Wie Petrarca kehrt folglich auch Du Bouchet in den Grund der Landschaftserfahrung zurück. Anders als bei dem Laura-Dichter wird aber hier nichts mehr zum *Bild* gerundet, schliesst sich das Gedicht nicht zum pikturalen Ganzen, kommt alles darauf an, die Elemente, den poetischen Raum *ausmessend*, zusammenzubringen, um die poetische Landschaft noch eigens zu konstituieren. Du Bouchets Werk zu lesen heisst demnach, sich immer wieder der Aufgabe zu stellen, Landschaftserfahrung nicht nachvollziehen zu müssen (wie es die europäische Tradition in Malerei und Dichtung jahrhundertlang getan hat), sondern sie in der Einbildungskraft produktiv zu *vollziehen*. Die Distanz, die du Bouchet von Petrarca trennt, erweist sich somit, einmal literarhistorisch und phänomenologisch ausgemessen, als sehr viel kleiner denn jene, die sich zwischen unserer üblichen Art, Natur ästhetisch zu erfahren, und der poetischen Möglichkeit, sie zu «lesen», ergibt. Mit Petrarca und du Bouchet die Landschaft erkunden erscheint somit als unabdingbare Voraussetzung, will man das ganze Potential des Phänomens ausmessen.

#### Anmerkungen

- 1 Vgl. Burckhardt Jacob: Die Kultur der Renaissance in Italien, Basel 1860; Ritter Joachim: Landschaft. Zur Funktion des Ästhetischen in der modernen Gesellschaft, Aschendorff, Münster 1978.
- 2 Siehe hierzu Jakob Michael: Das Gebirge, das Heilige und das Erhabene, in: Die Schwerkraft der Berge 1774-1997, Basel 1997, S. 75-81.
- 3 Simmel Georg: Philosophie der Landschaft, in: ders.: Brücke und Tor. Essays des Philosophen zur Geschichte, Religion, Kunst und Gesellschaft, Stuttgart 1957, hg. von M. Susman und M. Landmann, S. 141-152, hier: S. 149.
- 4 Celan Paul: Gesammelte Werke, Frankfurt am Main 1983, Bd. I, S. 184.
- 5 Du Bouchet André: l'ajour, Paris 1998, S. 93.





## AUTORINNEN UND AUTOREN

*Dr. Hans-Peter Bärtschi*, Winterthur. Büro ARIAS Industriekultur, Sekretär der Schweizerischen Gesellschaft für Technikgeschichte und Industriekultur

*Dr. Yvonne Boerlin-Brodbeck*, Basel. Freischaffende Kunsthistorikerin

*Dr. Andreas Bürgi*, Zürich. Freischaffender Literaturhistoriker

*Lic. phil. Madlena Cavelti Hammer*, Luzern. Geographin, Prorektorin der Kantonschule Luzern, Redaktorin der Zeitschrift *Cartographica Helvetica*

*Anja Eichelberg*, Zürich. Studentin der Geschichte an der Universität Zürich, Assistentin am Collegium Helveticum ETHZ

*Hans-Uli Feldmann*, Wabern. Kartograph, Leiter der Abteilung Kartographie und Reproduktion im Bundesamt für Landestopographie, Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie, Herausgeber der Zeitschrift *Cartographica Helvetica*

*Dipl. ing. Thomas Glatthard*, Luzern. Dozent ETHZ, Chefredaktor der Zeitschrift VPK/MPG

*Prof. Dr. David Gugerli*, Zürich. Institut für Geschichte (Technikgeschichte) ETHZ

*Prof. Dr. Lorenz Hurni*, Zürich. Vorsteher des Instituts für Kartographie der ETHZ

*Prof. Dr. Hilmar Ingensand*, Zürich. Institut für Geodäsie und Photogrammetrie ETHZ, Vorsteher des Departementes Geodätische Wissenschaften ETHZ

*Prof. Dr. Michael Jakob*, Genf. Dozent für Geschichte und Theorie der Landschaft am Institut d'Architecture der Université de Genève sowie Professor für Komparatistik an der Université de Grenoble

*Werner Oeder*, Zürich. Medienkoordinator der Hochschule für Gestaltung Zürich HGKZ

*Lic. phil. Daniel Speich*, Zürich. Assistent am Institut für Geschichte (Technikgeschichte) ETHZ

*Prof. Dr. Dr. h.c. Daniel Vischer*, Zürich. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie, Glaziologie ETHZ

